Bengali Translation of
The NOTEBOOK
of Leonardo Da Vinci
Vol. 1
Translated & Edited by
Sandipan Bhattacharya

প্রথম প্রকাশ : জানুয়ারি ১৯২৯

প্রকাশক :
দীপায়ন
২০ কেশবচন্দ্র সেন স্ট্রিট
কলকাতা ৭০০ ০০৯

হরফসজ্জা :
মালটি মিডিয়া এক্সচেঞ্জ
২/৩ সেবক বৈদ্য স্ট্রিট
কলকাতা ৭০০ ০২৯

আবহমানকালের
শিল্পশিক্ষার্থীদের
উদ্দেশে

সূচিপত্র

৩

আলো-ছায়া বিষয়ক ছ'টি অধ্যায় পৃ. ৬১-১২১

জর্জিও ভাসারি-অবলম্বনে

লিওনার্দো দা ভিঞ্চি-র

জীবনচরিত

কোন-কোন মানুষের উপর দৈব আশীর্বাদ যেন ঝরে পড়ে অজস্রধারে। কখনও বিশেষ একজন মানুষের মধ্যেই যেন যাবতীয় অতিপ্রাকৃত গুণাগুণের চমকপ্রদ সমাবেশ লক্ষ করা যায়। সৌন্দর্য ও সৌষ্ঠবের স্বাভাবিক বোধ ও প্রতিভা এমনভাবেই তাঁর মধ্যে বিকশিত হয় যে যে-কাজে তিনি হাত দেন, তাতেই যেন স্বর্গীয় সুষমার ছোঁয়া লাগে। আর এভাবে সমসাময়িক অন্যান্য সকলকে পিছনে ফেলে তিনি এগিয়ে যান বহুদূর, যেন এ কথাই স্পষ্ট করে তোলার জন্য যে নিছক জাগতিক শিক্ষায় নয়, তিনি সরাসরি ঐশ্বরিক প্রজ্ঞায় ভূষিত। লিওনার্দো দা ভিঞ্চি[১] সম্বন্ধে এ কথা বলা যায় নিঃসংঙ্কোচে। ব্যক্তিত্বের স্বাভাবিক মাধুর্য ছাড়াও তাঁর প্রত্যেক কাজে অসাধারণত্বের ছাপ তো ছিলই, উপরন্তু ছিল সেই বিরল ক্ষমতা, যার দৌলতে যে-বিষয়ের দিকেই তাঁর মনোযোগ আকর্ষিত হোক না কেন, যতই কঠিন হোক না তার অন্তর্বস্তু, তিনি তা সম্পূর্ণ আয়ত্ত করে ফেলতেন প্রায় অনায়াসে। তাঁর ক্ষেত্রে অসাধারণ সামর্থ্যের সঙ্গে যুক্ত হয়েছিল মনের অভিজাত বলিষ্ঠতা ও অকুণ্ঠ সাহস। জীবৎকালে তাঁর খ্যাতি ছিল যেমন ব্যাপক, মৃত্যুর পরেও তাঁর নাম তেমনই সতত শ্রদ্ধার সঙ্গে উচ্চারিত হয়।

সার পিয়েরো দা ভিঞ্চির সন্তান[২] লিওনার্দো যথার্থই শ্রদ্ধার পাত্র ছিলেন, ঈশ্বরের আশীর্বাদ তাঁর উপর সত্যিই বর্ষিত হয়েছিল অজস্রধারে। কিন্তু তাঁর প্রতিভা যদি এত বিচিত্র পথে ধাবিত না-হত, তাঁর চরিত্র যদি এত পরিবর্তনশীল ও অস্থির না-হত তাহলে বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে তিনি অবধারিতভাবেই অগ্রগতির চূড়ান্ত স্বাক্ষর রেখে যেতে পারতেন। বস্তুত বহু কিছু তিনি শুরু

১. ফ্লোরেন্সের পশ্চিমে আনচিয়ানোর কাছে পাহাড়ী অঞ্চলে ছোট এক গ্রামের নাম ভিঞ্চি।

২. লিওনার্দোর জন্ম ১৪৫২ খ্রিস্টাব্দের ১৫ এপ্রিল। আইন-সংক্রান্ত পেশায় নিযুক্ত সার পিয়েরো-র অবৈধ সন্তান ছিলেন তিনি, কিন্তু যৌবনপ্রাপ্তির আগেই তাঁকে স্বীকৃতি দেওয়া হয়। লিওনার্দোর মা, স্থানীয় কৃষকবালিকা কাতেরিনা, পরে অন্য একজনকে বিয়ে করেন।

করেও শেষ করে যেতে পারেননি। অথচ শৈশবেই তিনি অঙ্ক শিক্ষা করতে গিয়ে অল্প সময়ে এত দূর এগিয়ে যান যে সংশয়ের উত্থাপনে ও প্রশ্নের জটিলতায় প্রায়শ তিনি তাঁর শিক্ষককেই বিস্ময়ে বিমূঢ় করে দিতেন। সঙ্গীতের চর্চাও শুরু করেছিলেন তিনি, ভেবেছিলেন বীণাবাদনের কৌশল সম্পূর্ণ আয়ত্ত করবেন। উন্নত কল্পনা ও প্রাণশক্তির প্রাচুর্যে বীণার সঙ্গে তিনি গানও গাইতেন অপূর্ব, গানের বাণী ও সুর সৃষ্টি করতেন তাৎক্ষণিক।

এত বিচিত্র বিষয়ের আকর্ষণ ও অনুশীলনে তাঁর মনোযোগ বিভক্ত হলেও চিত্রাঙ্কন ও নতোন্নত ভাস্কর্যের (রিলিফ) কাজ তিনি কখনও পরিত্যাগ করেননি, তার কারণ বোধহয় এই একটি কাজ তাঁকে আকর্ষণ করত সর্বাধিক। সার পিয়েরো তা দেখে, সন্তানের অসাধারণ প্রতিভার কথা বিবেচনা করে একদিন লিওনার্দোর কিছু ছবি তাঁর অন্তরঙ্গ বন্ধু আন্দ্রেয়া দেল ভেরোচিও-কে দেখান এবং এ কাজে আত্মনিয়োগ করলে লিওনার্দোর সাফল্যলাভের কোন সম্ভাবনা আছে কিনা জানতে চান। আন্দ্রেয়া লিওনার্দোর কাজ দেখে চমৎকৃত হন এবং অচিরেই তাঁর পরামর্শে সার পিয়েরো লিওনার্দোকে আন্দ্রেয়ার বোতেগা বা কর্মশালায় শিক্ষার্থে প্রেরণ করেন।[৩] লিওনার্দো উৎসাহের সঙ্গে সেখানে যোগ দেন এবং অল্প সময়ে শিল্পের সমস্ত শাখায় পারদর্শিতা অর্জন করেন। প্রথম যৌবনেই পোড়ামাটিতে তিনি কয়েকটি অপূর্ব মুখমণ্ডলের ত্রিমাত্রিক রূপ সৃষ্টি করেছিলেন, যার মধ্যে শিশুমুখের কয়েকটি ভাস্কর্য দেখে তো মনে হয় যেন কোন দক্ষ ভাস্করের কাজ। স্থাপত্যের ক্ষেত্রেও তিনি ভূমিতল ও সমগ্র অট্টালিকার নানান নকশা প্রস্তুত করেন। অসাধারণ জ্যামিতিক জ্ঞান ও বুদ্ধিমত্তার প্রভায় এ সমস্তই তাঁর কাছে সহজ ও স্বাভাবিক ছিল। এমনকী সেই যুবকবয়সে তিনিই প্রথম আরনো নদীর গতিপথে সামান্য পরিবর্তন করে পিসা থেকে ফ্লোরেন্স পর্যন্ত জলপ্রণালী নির্মাণের কথা বলেন।[৪] শস্য পেষাই ও ধৌতিসহ অন্যান্য আরও কিছু যন্ত্রের পরিকল্পনা তিনি করেন, জলের সাহায্যে যা চালানো যাবে। কিন্তু শেষ পর্যন্ত চিত্রাঙ্কনকেই যেহেতু তিনি পেশা হিশেবে গ্রহণ করার সিদ্ধান্ত নেন, সেহেতু চাক্ষুষ প্রকৃতির অনুশীলন ও অঙ্কনেই ক্রমে অধিকাংশ সময় ব্যয় করতে থাকেন।[৫] কখনও মাটি দিয়ে তিনি

৩. ১৪৬৯ খ্রিস্টাব্দে লিওনার্দো আন্দ্রেয়া ভেরোচিও-র কর্মশালায় প্রবেশ করেন। দোমেনিকো গিরলানদিও, পিয়েত্রো পেরুজিনো ও সান্দ্রো বতিচেল্লিও ঐ একই কর্মশালায় শিক্ষানবিশ ছিলেন।

৪. গালিলেও-র শিষ্য ভিনসেনজিও ভিভিয়ানি বাস্তবে প্রায় ২০০ বছর পর এই জলপ্রণালী নির্মাণ করেন।

৫. ফ্লোরেন্সের সন্ত ল্যুক সমিতি অর্থাৎ চিত্রকরদের ভ্রাতৃসংঘে ১৪৭২ খ্রিস্টাব্দে লিওনার্দোর নাম প্রথম নথিভুক্ত হয় ও স্বাধীন শিল্পী হিশেবে তিনি স্বীকৃতি পান।

বিভিন্ন অবয়ব তৈরি করতেন, প্লাস্টারে ডুবিয়ে তার উপর কাপড়ের কোমল পর্দা লাগিয়ে সূক্ষ্ম বুনোটের মসৃণ কেমব্রিক বা লিনেনে অসম্ভব ধৈর্যের সঙ্গে শাদা-কালোয় তার অতুলনীয় সব রেখাচিত্র আঁকতেন। কাগজের উপরেও গভীর যত্ন নিয়ে এত নিখুঁত সব ছবি আঁকতে পারতেন যে নিঃসন্দেহে বলা যায় এক্ষেত্রেও দক্ষতায় তাঁর সঙ্গে তুলনীয় কাউকে খুঁজে পাওয়া শক্ত। আমার কাছে লিওনার্দোর আঁকা আলো-ছায়ার সূক্ষ্ম বিন্যাসে উদ্ভাসিত মুখমণ্ডলের একটি ছবি আছে, এককথায় যা অপ্রাকৃত, স্বর্গীয়। শক্তি ও সুষমায় ঈশ্বরের আশীর্বাদে তিনি এতই প্রাণিত, বিভিন্ন বিষয়ে তাঁর স্বকীয় ধারণার নিখুঁত প্রকাশে তিনি এতই শাণিত যে যুক্তির জোরে, আলোচনায় প্রাখর্যে তিনি প্রায় সকলকেই অনায়াসে স্বপক্ষে জয় করে নিতেন। তাঁর স্মৃতিশক্তিও মনে হয় সর্বদা তাঁর বুদ্ধির সেবায় ক্লান্তিহীনভাবে নিয়োজিত ছিল।

পাহাড় কেটে বা সরিয়ে সুড়ঙ্গপথে যাতে একদিকের সমভূমি থেকে অন্যদিকের সমভূমি অঞ্চলে সহজে যাতায়াত করা যায় তার পরিকল্পনামাফিক নমুনা ও নকশা তৈরিতে তাঁকে একসময় প্রায়শ ব্যস্ত থাকতে দেখা যেত। লিভার, ক্রেন ও স্ক্রু-এর সাহায্যে কীভাবে বিশাল ভারি কোন বস্তুকে ওঠানো বা সরানো যেতে পারে তা-ও তিনি ছবি এঁকে দেখিয়েছেন। বন্দর ও পোতাশ্রয় এভাবে সর্বদা সুশৃঙ্খল ও ব্যবহারের উপযোগী থাকতে পারবে, উপরন্তু এই পদ্ধতিতে প্রয়োজনে গভীর অতল থেকে জলও উত্তোলন করা যাবে। এ জাতীয় বহু বিচিত্র সম্ভাবনা সম্পর্কে অনুমান ও গবেষণায় তাঁর কোন ক্লান্তি ছিল না। এ সমস্ত কাজে তাঁর অসম্ভব পরিশ্রম ও নিবিড় ধ্যানের ফলাফল ও দৃষ্টান্ত হিশেবে থেকে গেছে গণনাতীত রেখাচিত্র-সম্বলিত অনেকগুলি খাতা ও পৃষ্ঠা, যার কিছু-কিছু আমি স্বয়ং দেখেছি।[৬] গুরুত্বপূর্ণ নানান বিষয় ছাড়াও সামান্য সুতো বা দড়ির সাহায্যে গ্রন্থিবন্ধনের কৌশল উদ্ভাবনেও তিনি কিছু কম সময় ব্যয় করেননি। এর মধ্যে জটিলতম ও কঠিনতম গ্রন্থির নকশাটি ধাতুর পাতে চিত্রিত অবস্থায় পাওয়া যায়, যার মাঝখানে 'লিওনার্দাস ভিঞ্চি আকাদেমিয়া' শব্দ ক'টি খোদাই করা রয়েছে। এইসমস্ত রেখাচিত্র ও নকশার মধ্যে একটির সাহায্যে লিওনার্দো ফ্লোরেন্সের তৎকালীন গণ্যমান্য নাগরিকদের বুঝিয়েছিলেন যে সান জিওভানি-র বিখ্যাত গির্জাটির বিন্দুমাত্রও ক্ষতি না-করে গোটা সৌধটিকে একটু উঠিয়ে

৬. মিলানের আমব্রোসিয়ান লাইব্রেরিতে একদা লিওনার্দোর লেখা ও চিত্র-সম্বলিত প্রায় ১৩টি বাঁধানো খণ্ড ছিল। বর্তমানে তার যেটুকু ইতালি, প্যারিস ও ইংল্যান্ডে ছড়িয়ে আছে, তাতে ১৪৮০ খ্রিস্টাব্দের আগের কোন তারিখ পাওয়া যায় না। এর থেকে পরিষ্কার বোঝা যায় তার বহু বিচিত্র বিষয়ে গবেষণা-সম্পর্কিত পাণ্ডুলিপির অধিকাংশই চিরকালের মতো নষ্ট হয়ে গেছে। অবশিষ্ট অংশ থেকে অশেষ পরিশ্রম করে জাঁ পোল রিষটার পরবর্তীকালে সেসব দু'খণ্ডে প্রকাশ করেন।

তার নিচে নাকি আরও কয়েকটি ধাপ তৈরি করা যেতে পারে। তাঁর পরিকল্পনার পক্ষে তিনি তথ্য ও যুক্তিসহ এত বিশদে সওয়াল করেন যে সেসময় প্রকল্পটি সকলের স্বাভাবিক বলেই মনে হতে থাকে। অবশ্য অচিরেই বোঝা যায় ব্যাপারটা অসম্ভব। প্রিয়ভাষী বলে তিনি যেমন সকলের হৃদয় জয় করে নিতে পারতেন অনায়াসে, তেমনই উত্তরাধিকার সূত্রে প্রাপ্ত সম্পত্তির পরিমাণ তাঁর ক্ষেত্রে সামান্য হলেও এবং নিজে সেভাবে কখনও উপার্জনের চেষ্টা না-করলেও তিনি সর্বদা বন্ধু ও ভৃত্য-পরিবৃত হয়ে থাকতে ভালোবাসতেন। জীবজন্তুর প্রতি তাঁর গভীর মমতা ছিল, বিশেষত ঘোড়ার প্রতি তাঁর আকর্ষণ ছিল তীব্র। শোনা যায় যেখানে খাঁচায় করে পাখি বিক্রি হচ্ছে এমন কোন জায়গা দিয়ে যাওয়ার সময় তিনি প্রায়ই প্রয়োজনের অতিরিক্ত দাম দিয়ে সেসব বন্দী পাখি কিনে উড়িয়ে দিতেন আকাশে। প্রকৃতি যথার্থই তাঁর প্রতি ছিল অকৃপণ, ফলে যে-বিষয়ের দিকেই তাঁর চিন্তা ও মনোযোগ আকৃষ্ট হত, তাতেই তিনি শ্রেষ্ঠত্ব অর্জন করতেন। যে-কাজই তিনি করতেন, তাতেই সত্য মাধুর্য সততা সৌষ্ঠব ও সুষমার স্বাভাবিক প্রকাশ দেখা যেত।

শিল্প-সম্পর্কিত বহু প্রকল্পে হাত দিয়েও তিনি তার অনেকগুলিই শেষ পর্যন্ত অসমাপ্ত অবস্থায় পরিত্যাগ করেন, কারণ তাঁর মনে হয়েছিল যে হাতের পক্ষে হয়তো কোনদিনই বিমূর্ত চিন্তার নিখুঁত আকার যথাযথভাবে দেওয়া সম্ভব নয়। বস্তুত তিনি লক্ষ করেছিলেন তাঁর মন যত দ্রুত যত কঠিন ও সূক্ষ্ম সব পরিকল্পনা রচনা করতে পারে, অত্যন্ত সক্ষম ও দক্ষতম হাতের পক্ষেও তৎক্ষণাৎ তার পূর্ণ রূপায়ণ অসম্ভব। তাঁর মনের গতিও ছিল অতি বিচিত্র, জাগতিক বস্তু নিয়ে দার্শনিকতার সূত্রে তিনি কখনও উদ্ভিদের চরিত্র অনুধাবনে ব্যস্ত হয়ে পড়তেন, সেখান থেকে হয়তো তাঁর মন চলে যেত মহাজাগতিক বস্তুপুঞ্জের সন্ধানে, অবশেষে সূর্যের পরিক্রমণ পথ বা চন্দ্রকলার হ্রাসবৃদ্ধির তত্ত্বে হয়তো স্থিত হলেন।

আন্দ্রেয়া ভেরোচিও-র কর্মশালায় সান জিওভানি-কর্তৃক যিশুখ্রিস্টের অভিসিঞ্চন বিষয়ক একটি ছবিতে লিওনার্দো আনুষ্ঠানিক পোশাক-হাতে এক দেবদূতের ছবি এঁকেছিলেন, তখন যদিও তিনি নিতান্ত যুবক, তথাপি এতই দক্ষতার সঙ্গে তিনি তা এঁকেছিলেন যে শোনা যায় স্বয়ং শিক্ষকের পক্ষেও তা মর্মঘাতী হয়েছিল।

সার পিয়েরো দা ভিঞ্চির প্রজাস্থানীয় এক কৃষক একবার ডুমুর গাছ থেকে কাঠের একটি ফলক তৈরি করে তাঁর কাছে এসে ফ্লোরেন্স থেকে তার উপর ছবি আঁকিয়ে এনে দেওয়ার অনুরোধ করে। লোকটি পাখি ও মাছ-ধরায় অত্যন্ত দক্ষ ছিল এবং প্রায়শ সার পিয়েরো-র নানা কাজে

সাহায্য করত বলে তিনি তার কথা ফেলতে পারলেন না। লিওনার্দোকে এর কোন কিছু না-জানিয়ে তিনি ফলকটি তাঁকে দিয়ে তার উপর ছবি এঁকে দেওয়ার কথা বলেন। লিওনার্দো ফলকটির আপাত অমসৃণ, সৌষ্ঠবহীন চেহারা দেখে প্রথমে তা নানান পদ্ধতি প্রয়োগ করে ছবি আঁকার পক্ষে যথাযথ করে তুলে ভাবতে থাকেন বিশেষ কী এমন এর উপর আঁকা যায় যা দেখে, ধরা যাক লোকে খুব আতঙ্কিত হয়ে পড়বে। অন্যের প্রবেশধিকার নেই এমন একটি ঘরে এই মতলব মাথায় নিয়ে তিনি অসংখ্য ফড়িং, টিকটিকি, শজারু, সাপ, চামচিকে, গোসাপ, পঙ্গপাল ইত্যাকার বিচিত্র সব প্রাণী জড়ো করেন এবং তাদের নানান বৈশিষ্ট্য নানাভাবে ব্যবহার করে আগুনের ঘেরাটোপে গরল ও অগ্নিস্রাবী এক ভয়ঙ্কর দানব সৃষ্টি করেন। যতদিন না ঐসব প্রাণী মরে-হেজে সারা ঘর অসহ্য দুর্গন্ধে ভরে যায় ততদিন ছবিটির পিছনে তিনি অসম্ভব পরিশ্রম করেন — অবশ্য কাজের নেশায় ঐ দুর্গন্ধ নিশ্চয়ই তাঁর নাকে ঢুকত না। এভাবে ছবিটি শেষ হলে তিনি সার পিয়েরোকে সে কথা জানালেন। একদিন সকালে তদনুযায়ী ছবিটি নিতে এলে লিওনার্দো তাঁকে একটু অপেক্ষা করতে বলে ফলকটিকে ইজেলের উপর এমনভাবে রেখে আসেন যাতে জানালা দিয়ে আগত মৃদু আলোয় তা আরও ভয়ঙ্কর লাগে। সার পিয়েরো ঘরে পা দিয়ে প্রথম দৃষ্টিপাতেই চমকে ওঠেন, ফলকটিকে চিনতে না-পেরে, তাঁর দেখা ভয়প্রদ দানবটি যে আসলে একটি ছবি মাত্র এমনকী সে কথাও বুঝতে না-পেরে দৌড়ে বেরিয়ে আসেন। লিওনার্দো তখন তাঁকে আশ্বস্ত করেন, বলেন, ছবিটি তো এই উদ্দেশ্য নিয়েই আঁকা হয়েছে, ফলে বোঝা যাচ্ছে এক অর্থে তাঁর উদ্দেশ্য সফল হয়েছে। ছবিটি বিস্ময়করের চেয়েও বেশি কিছু বলে মনে হয় সার পিয়েরোর, লিওনার্দোর কল্পনাশক্তির অকুণ্ঠ প্রশংসাও করেন, কিন্তু সকলের অজান্তে আর-একটি ফলক কিনে তার উপর তীরবিদ্ধ হৃদয়ের একটি ছবি এঁকে ঐ কৃষককে ফেরৎ দেন। বলা বাহুল্য যে লোকটি তাতেই খুশি হয় ও আজীবন তাঁর কাছে কৃতজ্ঞতাপাশে আবদ্ধ থাকে।

২

ছবিতে বস্তু বা অবয়বের উচ্চাবচতা বা নতোন্নতি যতদূর সম্ভব স্পষ্ট করে তোলার জন্য গাঢ়তম ছায়ার চেয়েও গাঢ় ছায় আবিষ্কার করার লক্ষ্যে তিনি অক্লান্ত পরিশ্রম করেছিলেন, অর্থাৎ আমাদের জ্ঞাত যাবতীয় কালোর চেয়েও অধিক গাঢ় এক কৃষ্ণকালোর সন্ধান করেছিলেন তিনি, যার প্রয়োগে ছায়া তো গাঢ়তর হয়ে উঠবেই, উপরন্তু আলোও হয়ে উঠবে আরও উজ্জ্বল। এইভাবে এমন নিশ্ছিদ্র অন্ধকার সৃষ্টির কথা তিনি কল্পনা করেছিলেন, যেখানে আর আলোর কোন চিহ্ন থাকবে না, দিনের আলোয় দেখা গড়নের স্পষ্টতা নয়, চেয়েছিলেন রাতের আঁধারে প্রায় প্রচ্ছন্ন দৃশ্যের মতো হয়ে উঠবে চারিপাশ আর এ সমস্ত কিছুরই অন্তিম লক্ষ্য ছিল শিল্পের ঔৎকর্ষ।

অ-সাধারণ বা বিশিষ্ট কোন মুখমণ্ডল, এমনকী চুল বা দাড়িরও বিচিত্র কোন বিন্যাস চোখে পড়লে লিওনার্দো তার আকর্ষণ এড়াতে পারতেন না, বাড়ি ফিরে স্মৃতি থেকে তার নিখুঁত প্রতিচ্ছবি আঁকতে পারবেন এই বিশ্বাসে যতক্ষণ না পৌঁছতেন ততক্ষণ সহজে তার পিছু ছাড়তেন না। এভাবে অঙ্কিত অনেকগুলি মুখের কিছু ছবি আমার নিজের সংগ্রহেই রয়েছে – যার মধ্যে নারী ও পুরুষ দুই-ই রয়েছে।[৭]

১৪৯৩ খ্রিস্টাব্দে মিলানের ডিউক জিওভানি গালিয়াৎজোর মৃত্যুর পর তাঁর স্থলাভিষিক্ত হন লুডোভিকো স্ফোরজা। বীণাবাদন শুনতে তিনি বিশেষ ভালোবাসতেন। লিওনার্দোর অপূর্ব বাজনা যাতে তিনি নিয়মিত শুনতে পান সে জন্য তিনি তাঁকে যথোচিত সম্মানের সঙ্গে মিলানে আমন্ত্রণ জানান। মিলানে যাওয়ার সময়[৮] লিওনার্দো সুরের মাধুর্য ও তীব্রতা বৃদ্ধির লক্ষ্যে পরিকল্পিত স্বহস্তে নির্মিত প্রায় সম্পূর্ণ রুপোর তৈরি একটি যন্ত্র সঙ্গে নিয়ে যান। ডিউকের সামনে সমবেত অন্যান্য গুণী সঙ্গীতজ্ঞদের এই একটি বিষয়ে প্রথমেই তিনি অতিক্রম করেন, তদুপরি তিনি ছিলেন তৎকালে তাৎক্ষণিক কাব্যরচনায়ও সেরা – ফলে ডিউক তাঁর সঙ্গে আলাপচারিতায় ও তাঁর অসাধারণ প্রতিভার বিচিত্র প্রকাশে আশাতীত খুশি হন। যিশুর জন্ম-বিষয়ক একটি ছবি পূজাবেদির পশ্চাৎপটে স্থাপনের জন্য তখন আঁকার ফরমাশ দিয়েছিলেন তাঁকে, পরে যা ডিউক স্বয়ং সম্রাটকে উপহার হিশেবে পাঠান। মিলানের সান্তা মারিয়া দেল গ্রাজি-র দোমিনিক সম্প্রদায়ের সাধুদের জন্য লিওনার্দো অন্তিম ভোজসভারও একটি বিস্ময়কর ছবি আঁকেন – সৌন্দর্যের বিচারে যার তুলনা মেলা ভার। এই ছবিতে যিশুর অনুগামী শিষ্যদের রূপায়ণেই তিনি এত সৌন্দর্য ও গরিমা প্রদান করেন যে খ্রিস্টের ছবিটি তাঁকে বাধ্যত অসম্পূর্ণ রাখতে হয়; সঙ্গত

৭. সমসাময়িক একজন লেখক লিখেছেন তিনি নিজে একটি ভোজসভায় উপস্থিত ছিলেন যেখানে লিওনার্দো কয়েকজন কৃষককে নিমন্ত্রণ জানিয়েছিলেন আর তাদেরকে অনবরত নানান হাসির গল্প বলে উত্তেজিত করে তুলছিলেন। তার পরেপরেই হাসির দমকে বিকৃত সেসব মুখ তিনি এঁকে রাখছিলেন এমন ভঙ্গিতে, যা দেখে হাসি সামলানোও মুশকিল।

. ফ্লোরেন্স ছেড়ে লিওনার্দো মিলানে ঠিক কবে গিয়েছিলেন এ নিয়ে সংশয় আছে। রিখটার মনে করেন লিওনার্দো ফ্লোরেন্স ছেড়েছিলেন ৮২-তে, কিন্তু মিলানে গিয়েছিলেন ৮৭-তে, মাঝের সময়টুকু তিনি ছিলেন আর্মেনিয়ার পার্বত্য অঞ্চলে। অনেকের মতে সাঙ্গীতিক দূত হিশেবে তাঁকে মিলানে প্রেরণ করেছিলেন লোরেঞ্জো দ্য ম্যাগনিফিশেন্ট, কিন্তু পরবর্তী সতেরো বছর লিওনার্দো স্ফোরজা-র রাজসভায় বহু বিচিত্র ভূমিকা পালন করেছিলেন। ভাসারি-প্রদত্ত তথ্যের সঙ্গে এই সমস্ত তারিখের মিল নেই।

কারণেই তাঁর মনে হয়েছিল খ্রিস্টকে সকলের চেয়ে আলাদা করার মতো স্বর্গীয় মহিমা-প্রকাশক ভাষা তাঁর জানা নেই। ক্ষুদ্রতম অনুপুঙ্খেও ছবিটি অবর্ণনীয় ধৈর্য ও পরিশ্রমের আলোয় সমুজ্জ্বল। অন্যান্য সব কিছুর কথা বাদ দিয়ে শুধু টেবিল ঢাকা দেওয়ার কাপড়টির কথাই যদি বলা যায়, তাহলে বলতে হয় যে সম্ভবত আসল লিনেন কাপড়ও এর পাশাপাশি রেখে দেখলে তা এর চেয়ে বেশি বাস্তব বলে মনে হবে না।[৯]

কথিত আছে যে মঠাধ্যক্ষ লিওনার্দোকে ছবিটি শেষ করার জন্য অযথা উত্যক্ত করেছিলেন। তাঁর পক্ষে বোঝা অসম্ভব ছিল যে শিল্পী কেন অনেক সময় রঙের একটি আঁচড়ও না-দিয়ে ছবিটির সামনে প্রায় সারাদিনই চিন্তামগ্ন হয়ে বসে থাকতেন। সময়ের নিদারুণ অপচয় ছাড়া তাঁর কাছে এ আর কিছুই নয়, তাঁর বাগানে যারা মাটি কোপায় তাদের মতোই তিনি আশা করতেন লিওনার্দোও তাঁর হাত থেকে পেন্সিল নামাবে না! কোনভাবেই তাঁকে দিয়ে দ্রুত কাজ করাতে না-পেরে মঠাধ্যক্ষ একদিন ডিউকের কাছেই তাঁর বিরুদ্ধে নালিশ করেন। বাধ্য হয়ে ডিউক লিওনার্দোকে দ্রুত ছবিটি শেষ করতে বলেন, কিন্তু সঙ্গে-সঙ্গে এ কথাও জানাতে ভোলেন না যে মঠাধ্যক্ষের তাড়নাতেই এই অন্যায় অনুরোধ তাঁকে করতে হচ্ছে। লিওনার্দো জানতেন ডিউক যথেষ্ট বুদ্ধিমান ও বিবেচক, তাই তাঁকে তিনি সব কিছু খুলে বলতে প্রস্তুত ছিলেন, কিন্তু মঠাধ্যক্ষের সঙ্গে কোনরকম যুক্তিতর্কে জড়াতে তাঁর স্পষ্ট আপত্তি ছিল। এই প্রসঙ্গে নিয়েই আলোচনাক্রমে তিনি মন্তব্য করেন যে প্রতিভাধর লোকে তখনই সবচেয়ে বেশি সৃষ্টিশীল থাকেন যখন বাহ্যত তাঁরা পরিশ্রম করেন সবচেয়ে কম, কেননা সে সময় তাঁদের মন ব্যস্ত থাকে উদ্ভাবনে ও সেই সমস্ত ধ্যানধারণার সম্পূর্ণতায় যার রূপায়ণ ও প্রকাশ তাঁদের হাতে ঘটবে হয়তো অনেক পরে।

ডিউককে তিনি জানান যে মডেল হিশেবে আরও অন্তত দুটি মুখ তাঁর দরকার, যার একটি হলো স্বয়ং খ্রিস্ট, এ মরজগতে যাঁর সঙ্গে তুলনীয় কোন মুখের সন্ধান পাওয়ার আশা নেই, আবার দিব্য সৌন্দর্য ও মহিমায় ভূষিত মূর্ত ঈশ্বরের রূপায়ণে যে-কল্পনাপ্রতিভার দরকার, দুর্ভাগ্যবশত তা-ও তাঁর নেই। দ্বিতীয় মুখটি জুডাসের, সে নিয়েও তাঁর দুশ্চিন্তার শেষ নেই। কেননা প্রভুর কাছ থেকে নানাভাবে উপকৃত হওয়ার পরও তাঁর ও এই জগতের স্রষ্টার প্রতি বিশ্বাসহন্তা, নীচ সংকীর্ণ হৃদয়ের সেই লোকটির মুখবৈশিষ্ট্যও তাঁর পক্ষে বোধহয় কল্পনায় আনা সম্ভব নয়।

৯. 'দ্য লাস্ট সাপার' নামে খ্যাত এই ছবিটি লিওনার্দো শুরু করেন সম্ভবত ১৪৯৫ খ্রিস্টাব্দে। তুঙ্গ -রেনেসাঁর প্রথম ও প্রতিনিধিস্থানীয় ছবি হিশেবে সমালোচকরা ছবিটিকে গণ্য করে থাকেন।

অবশ্য দ্বিতীয় মুখটি নিয়ে তাঁর সন্ধান জারি থাকলেও যদি শেষ পর্যন্ত উপযুক্ত বিকল্প না-ই পাওয়া যায়, তাহলে উপায় একটা আছে -- সে হলো ঐ নির্লজ্জ মঠাধ্যক্ষকেই জুডাসের মডেল হিশেবে ব্যবহার করা। এ কথায় ডিউক প্রবলভাবে হেসে ওঠেন এবং তৎক্ষণাৎ লিওনার্দোকে কাজের ক্ষেত্রে সম্পূর্ণ স্বাধীন বলে ঘোষণা করেন। বেচারা মঠাধ্যক্ষ আরও বিভ্রান্ত হয়ে অগত্যা বাগানের দেখাশোনাতেই ফিরে যান এবং তখনকার মতো লিওনার্দোকে রেহাই দেন।

এ সময়েই লিওনার্দো অশ্বপৃষ্ঠে আরূঢ় ডিউকের বিরাট এক মূর্তি ব্রোঞ্জে ঢালাই করার প্রস্তাব দেন, যা পরে তাঁর স্মৃতিসৌধে স্থানান্তরিত হবে। কিন্তু প্রস্তাবিত ঐ মূর্তির মডেলই এমন বিশাল আকার ধারণ করে যে বোঝা যায় প্রকল্পটি কার্যত অসমাপ্ত থেকে যাওয়ার আশঙ্কাই বেশি। লোকেও ঈর্ষাবশত বলে বেড়াতে থাকে যে আরও বিভিন্ন প্রকল্পের মতো লিওনার্দো কাজ শেষ করার সদিচ্ছা ছাড়াই এ কাজের সূত্রপাত ঘটিয়েছেন। এত বৃহৎ মাপের ঢালাইয়ের কাজে অবশ্য বিপদে পড়াটাই স্বাভাবিক, কারণ একবারে এ মূর্তি ঢালাই করা অসম্ভব। কিন্তু অন্য দিক থেকে, তাঁর উন্নত মনের মহত্ত্বই বোধহয় এইখানে যে তা সম্ভাব্যের সীমানা স্বতই পেরিয়ে যেতে চায়, উৎকৃষ্টের উপরও আর-এক প্রস্থ ঔৎকর্ষের কথা ভাবে, আর মনের এই বৈশিষ্ট্যই বোধহয় শেষ পর্যন্ত তাঁর প্রতিবন্ধক হয়ে দাঁড়ায়। প্রস্তাবিত মডেলটি যাঁরাই দেখেছেন, তাঁরা সকলেই স্বীকার করেছেন যে এর চেয়ে সুন্দরতর, এর চেয়ে মহিমান্বিত কোন মূর্তি তাঁরা কোনদিন কল্পনাও করেননি। একই মূর্তির মোমের তৈরি ছোট্ট কিন্তু নিখুঁত একটি মডেলও মূল মূর্তিটির মতোই বিনষ্ট হয়ে গেছে। ঘোড়ার অঙ্গসংস্থান নিয়ে তাঁর অনুশীলন-সম্বলিত খাতাটিও একই সঙ্গে হারিয়েছে। পরবর্তীকালে তিনি মানবদেহের অঙ্গসংস্থানেই যাবতীয় মনোযোগ কেন্দ্রীভূত করেন। মারকানতোনিও দেলা তোরে নামক একজন প্রথিতযশা দার্শনিক এবং লিওনার্দো এ বিষয়ে পরস্পরকে সহযোগিতার মাধ্যমে এগোতে থাকেন। অঙ্গ-সংস্থানবিদ্যার বৈজ্ঞানিক আলোচনায় মারকানতোনিও-র অবদান অসামান্য, বলা যায় তিনিই এই শাস্ত্রকে অন্ধকার থেকে আলোয় নিয়ে আসেন। এ কাজে লিওনার্দোর প্রতিভা ও পরিশ্রম তাঁকে প্রভূত সাহায্য করেছিল। এই কাজের সূত্রে নিজের হাতে ব্যবচ্ছেদিত মানবদেহ থেকে একটি খাতায় লিওনার্দো মানুষের সামগ্রিক অস্থিকাঠামো ও তার অস্থি-র সাধারণ বিন্যাস ও সংস্থান সযত্নে এঁকে রেখেছিলেন। তার ওপর যোগ করেছিলেন বিভিন্ন স্নায়ু ও পেশীর অবস্থান। পেশীর প্রথম স্তরটি যেমন যুক্ত থাকে অস্থি-র সঙ্গে, দ্বিতীয় স্তরটি সুসঙ্গতি ও সংযুক্তির শক্তি প্রদান করে এবং তৃতীয় স্তরটি গতির ধারক। এরকম প্রত্যেকটি পৃথক অংশ সম্পর্কে প্রয়োজনীয় ব্যাখ্যা তিনি পাশে-পাশেই লিখে রেখেছিলেন তীক্ষ্ণ ও অমার্জিত হরফে, বাঁহাতে উল্টোছাঁদে লেখা পাণ্ডুলিপির এই সমস্ত

পৃষ্ঠা আয়নার সাহায্য ছাড়া পড়া কঠিন। এ বিষয়ে অনধিকারী, পাঠাভ্যাসহীন কোন লোক যাতে আদৌ এর অর্থ উদ্ধার করতে না-পারে তার জন্যই তিনি এ কৌশল গ্রহণ করেছিলেন।[১০] মানবশরীরের অঙ্গসংস্থান বিষয়ক এই সমস্ত রেখাচিত্রই এখন মিলাননিবাসী এক ভদ্রলোক, ফ্রানসেস্কো দা মেলজো-র সংগ্রহে রয়েছে। শৈশবে সরল সৌন্দর্যের অধিকারী মেলজো লিওনার্দোর অশেষ স্নেহভাজন ছিলেন, এখন তাঁর যথেষ্ট বয়স হলেও এই অমূল্য শিল্প-ঐশ্বর্য তিনি পুরাবস্তুর মতোই সংরক্ষণে একনিষ্ঠ।[১১] এছাড়াও পবিত্র স্মৃতির মতো তাঁর সংগ্রহে রয়েছে লিওনার্দোর একটি অসাধারণ প্রতিকৃতি।[১২]

ফ্রানসেস্কো দেল জিওকোন্দো-র অনুরোধে তাঁর স্ত্রী মোনা লিসা-র একটি প্রতিকৃতি আঁকতে শুরু করেছিলেন একবার, কিন্তু প্রায় বছর-চারেক মগ্ন থাকার পর এ ছবিটিও লিওনার্দো অসমাপ্ত

১০. রিষটার তাঁর প্রস্তাবনায় লিখেছেন, লিওনার্দোর পাণ্ডুলিপির মাত্র কয়েকটি পৃষ্ঠাও সংগ্রহ করার জন্য যে-উন্মাদনা দেখা গেছে বা তার জন্য যে-দাম দিতে সংগ্রাহকরা এগিয়ে এসেছেন, তার একাংশ উৎসাহও এই সমস্ত পৃষ্ঠায় পাঠ্যবস্তু কী আছে তা জানার জন্য দেখা যায়নি। তার সহজ কারণ ছিল লিওনার্দোর হস্তাক্ষর প্রায় দুর্বোধ্য, এমনকী তার বিচ্ছিন্ন কয়েকটি পংক্তি উদ্ধার করার জন্যও রীতিমতো অনুশীলন দরকার। তার ওপর আছে নানা বিকল্প পাঠের মধ্যে থেকে অর্থবহ সমগ্রতা খুঁজে পাওয়ার সমস্যা। লিওনার্দো লিখতেন উল্টোছাঁদে, ডানদিক থেকে বাঁদিকে, রীতিমতো অমার্জিত হরফে। রিষটার নিজের অভিজ্ঞতা থেকে লিখেছেন আয়নার সাহায্যে প্রথমদিকে এ লেখা পড়ার ক্ষেত্রে কিছুটা সুবিধা হলেও পাণ্ডুলিপির আয়তন ও পৃষ্ঠাসংখ্যার কথা বিচার করলে বোঝা যায় এ পদ্ধতি অযথা ক্লান্তিকর এবং বাস্তবে মোটেই অনুসরণযোগ্য নয়। এছাড়া লিওনার্দোর ভাষা ব্যবহারেও নানান স্বকীয়তা আছে -- কখনও ছোট-ছোট কয়েকটি শব্দকে তিনি একটি শব্দে পরিণত করেন, কখনও কোন বড় শব্দকে আকস্মিকভাবে দুভাগে ভেঙে দেন, তার ওপর তাঁর লেখায় বিরতিচিহ্নের কোন বালাই নেই, উচ্চারণের বৈশিষ্ট্যসূচক চিহ্ন বা অ্যাকসেন্টও তিনি কখনও ব্যবহার করেননি। লিওনার্দোর এই পাণ্ডুলিপির পৃষ্ঠায় কী আছে তা নিয়ে তাই অন্যদিকে কৌতূহলের শেষ ছিল না।

১১. মৃত্যুর মাত্র ন'দিন আগে, ২৩ এপ্রিল ১৫১৯ খ্রিস্টাব্দে লিওনার্দো তাঁর সমস্ত পাণ্ডুলিপি উইল করে বন্ধু ও শিষ্য ফ্রানসেস্কো মেলজোকে দিয়ে যান। ভাসারি ১৫৬৬ খ্রিস্টাব্দে মিলানে মেলজো-র এই সংগ্রহ দেখেন। ১৫৭০-এ মেলজো মারা যাওয়ার পর তাঁর পুত্র ওরাজিও ১৫৯০ নাগাদ ভাস্কর পম্পেও লিয়নিকে এর অধিকাংশ বিক্রি করে দেন। লিয়নি অন্তত দশটি বাঁধানো খণ্ড ও বেশ কিছু বিচ্ছিন্ন পৃষ্ঠা এভাবে সংগ্রহ করেন। জীবনের শেষ-পর্বে লিয়নি তাঁর সংগ্রহের অধিকাংশ স্পেনে

অবস্থায় পরিত্যাগ করেন। ফঁতেনব্ল্য-তে ফ্রান্সের রাজা ফ্রাঁসিস-এর সংগ্রহে আপাতত ছবিটি রয়েছে। শিল্প শুদ্ধ প্রকৃতিকে কতদূর পর্যন্ত অনুসরণে সার্থক হতে পারে, চর্মচক্ষে তা দেখার আকাঙ্ক্ষা যাদের রয়েছে তাঁরা এই প্রতিকৃতির ঔৎকর্ষে তা দেখতে পাবেন, যেখানে বলা যায় মুখের প্রতিটি বৈশিষ্ট্যই চরম সূক্ষ্মতায় পুনরুৎপাদিত হয়েছে। যেমন তার চোখ ঔজ্জ্বল্যের দীপ্তি ও আর্দ্রতার সম্মিলনে বাস্তবানুবর্তী, তেমনই চোখের চারিপাশে ম্লান লালিমা ও নীলাভার বৃত্ত-সমেত অক্ষিপক্ষ্মের সূক্ষ্মতা স্বাভাবিকতায় উদ্ভাসিত। ভূবিন্যাসের প্রতিটি বৈশিষ্ট্য এখানে এমনভাবে প্রদর্শিত যে মনে হবে তার চেয়ে স্বাভাবিক আর কিছু হয় না। গোলাপি-কোমল নাসাছিদ্র-সহ ঐ সুন্দর নাসিকাকেও জীবন্ত ভাবলে আশ্চর্য হওয়ার কিছু নেই। মুখের রূপরেখা চমৎকার, গোলাপি আভায় ঠোঁটদুটি মুখের সঙ্গে সুসমঞ্জস, গালের রক্তিমাভা তো চিত্রিত কৃত্রিম বলে ধরাই সম্ভব নয়, বরং মনে হয় যেন রক্তমাংসে সঞ্জীবিত। গলার নিচে যিনি একটু মন দিয়ে দেখবেন, তাঁর পক্ষে এমনকী ধমনীর স্পন্দনও অনুভব করা অসম্ভব নয়। বস্তুত এই একটি ছবি এমন বিচক্ষণতার সঙ্গে অঙ্কিত যে দক্ষতম শিল্পাচার্যও এর সামনে দাঁড়িয়ে কেঁপে উঠবেন, উৎকৃষ্ট শিল্পের সঙ্গে তাঁর পরিচয় যত গভীরই হোক না কেন রসিক দর্শককেও এ ছবির সামনে দাঁড়িয়ে বিস্মিত হতে হবে। মোনা লিসা ছিলেন অতুলনীয় সৌন্দর্যের অধিকারী, তার উপর লিওনার্দো তাঁর প্রতিকৃতি আঁকার সময় বিশেষভাবে চেয়েছিলেন যে তাঁর মুখে যেন তখন কোনভাবেই বিষাদের ছায়া না-পড়ে, বরং তাঁকে সর্বক্ষণ প্রফুল্ল রাখতে গানবাজনা-সহ নানান বিনোদনের ব্যবস্থা করেছিলেন। সে কারণে এ ছবিতে মাধুর্যের এমন এক প্রকাশ দেখা যায় যে মনে হয় যেন অলক্ষিতে এ ছবিতে কোথাও দৈবের ছোঁয়া লেগেছে। প্রাণ ও জীবনের এর চেয়ে

নিয়ে যান, যেখানে তিনি রাজসভার ভাস্কর হিশেবে নিযুক্ত ছিলেন। ১৬০৮-এ মাদ্রিদে তিনি মারা যান। মিলানে লিয়নি-সংগ্রহের অবশিষ্টাংশ তাঁর নাতির কাছ থেকে কিনে নেন গালিয়াৎজো আরকোনাতি ১৬২৫ খ্রিস্টাব্দে এবং ১৬৩৭-এ আমব্রোসিয়ার লাইব্রেরিতে তা দান করেন। স্পেনে লিয়নি-সংগ্রহের প্রধান অংশ এর অনেক আগেই বিভিন্ন নিলামে হস্তান্তরিত হয়ে যায়, সেসবের অস্তিত্ব সম্পর্কে এখন আর স্পষ্ট করে কিছু বলা সম্ভব নয়। বোধহয় তার একাংশ অষ্টাদশ শতকে কোনভাবে ব্রিটেনের রাজ-সংগ্রহে স্থান পায়। এ সম্পর্কে আরও বিস্তারিত তথ্যের জন্য বিশেষত জেন রবার্টসের লেখা দ্রষ্টব্য।

১২. লিওনার্দো-র প্রতিকৃতি বলে প্রচলিত বিভিন্ন ছবি একে অপরের থেকে ভীষণই আলাদা। এখানে কাজেই ঠিক কোন্ প্রতিকৃতির কথা বলা হচ্ছে তা বলা দুরূহ।

অপরূপ প্রকাশ আর কিছু হতে পারে না বলে এ ছবি বিস্ময়কর কীর্তি হিশেবে প্রথম থেকেই স্বীকৃত।

লিওনার্দো দা ভিঞ্চি ছিলেন আত্মিক শক্তিতে চরিত্রবান, তাঁর সমস্ত কাজে ছিল ঔদার্যের ছাপ। শোনা যায়, একবার ব্যাঙ্ক থেকে তাঁর জন্য পিয়েরো সোদোরিনি-কর্তৃক বরাদ্দ মাসিক বেতন তুলতে গেলে কোষাধ্যক্ষ তাঁকে খুচরো পয়সার কয়েকটি কাগজের খাম দিতে যান। বিরক্ত লিওনার্দো, 'আমি তোমাদের ঐ দু'পয়সার ছবি-আঁকিয়ে নয় হে' বলে তা নিতে অস্বীকার করেন।

পোপ দশম লিও-র সন্ত পিটারের পদে অভিষেকের সময় লিওনার্দো রোমের যাত্রাপথে ডিউক গিলিয়ানো দ্য' মেদিচি-র সঙ্গী হন। যাজক ভদ্রলোকের দার্শনিক অন্বেষা ছিল, বিশেষত অ্যালকেমি বা কিমিয়াশাস্ত্রে তাঁর গভীর আসক্তি ছিল। লিওনার্দো পথেই মোম থেকে একজাতীয় পিণ্ড তৈরি করে অর্ধতরল অবস্থায় তার থেকে কয়েকটি প্রাণীর অবয়ব বানালেন, ফাঁপা ও অত্যন্ত সূক্ষ্ম বুনোটের পুতুলগুলির মধ্যে তারপর হাওয়া ভরে ফুলিয়ে আকাশে ভাসিয়ে দিলেন। হাওয়া বেরিয়ে গেলেই অবশ্য সেসব আবার মাটিয়ে পড়ে যায়। একদিন বেলভেড়্র-এর দ্রাক্ষাকুঞ্জের এক মালি ভারি বিচিত্র এক সরীসৃপ-জাতীয় প্রাণী দেখতে পায়, লিওনার্দো ঐ জাতীয় অন্য একটি সরীসৃপের চামড়া থেকে তার জন্য ডানা বানিয়ে দেন। সেই ডানার উপর পারদের প্রলেপ লাগিয়ে তারপর তার চোখ, শিং এবং দাড়ির ব্যবস্থা করে তাকে পোষ মানান। যে-কেউ তখন তাঁর সঙ্গে সাক্ষাৎ করতে আসত তাদের সঙ্গে সোৎসাহে তিনি এই প্রাণীটির পরিচয় করিয়ে দিতেন, আতঙ্কিত হয়ে অচিরেই তারা ছুটে পালাত। ঠিক এভাবেই ভেড়ার অন্ত্র পরিষ্কার করে তাতে হাপর দিয়ে হাওয়া ভরে যেতেন তিনি, অন্তত ততক্ষণ যতক্ষণ-না তা ফুলে-ফেঁপে সারা ঘর ভরিয়ে ফেলে। তারপর মন্তব্য করতেন, এ হলো প্রতিভা বা সহজাত ক্ষমতার যথার্থ প্রতীক, আগে ছোট্ট একটুখানি জায়গায় আবদ্ধ থাকলেও তা প্রয়োজনে বিরাট জায়গা অধিকার করে নেওয়ার সামর্থ্য রাখে। দর্পণ ও দৃষ্টিধর্ম-সংক্রান্ত নানান যন্ত্রপাতি নিয়ে তিনি প্রচুর পরীক্ষানিরীক্ষা করেছেন। শোনা যায় তৈলচিত্রের জন্য বিশেষ ধরনের তেল এবং ছবি সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত বার্নিশ তৈরির পিছনেও তিনি অনেক সময় ব্যয় করেছেন। কথিত আছে যে একবার পোপ লিও-র কাছ থেকে কোন একটি ছবির ফরমাশ মেলার সঙ্গে-সঙ্গে বার্নিশের জন্য ভেষজ গুল্ম ও তেল নিষ্কাশন করতে শুরু করেন তিনি। তা দেখে যাজকমহোদয় বলে ওঠেন যে 'হায়, এ যে কাজ শুরু করার আগেই তার শেষের চিন্তা, বোঝাই যাচ্ছে লোকটা কাজের কাজ কিছুই শেষ পর্যন্ত করবে না'। মিচেলাগনোলো ব্যুনারোত্তি-র সঙ্গে লিওনার্দোর বিরোধ

ছিল বরাবরের, উভয়ের প্রতিদ্বন্দ্বিতায় শেষ পর্যন্ত প্রথমজন ফ্লোরেন্স ত্যাগ করেন, তার অজুহাত হিশেবে ডিউক গিলিয়ানো বলেন যে সান লোরেঞ্জোর সম্মুখভাগ সজ্জার জন্য রোম থেকে স্বয়ং পোপ তাঁকে ডেকে পাঠিয়েছেন। এ কথা লিওনার্দোর কানে যাওয়ার সঙ্গে-সঙ্গে তিনিও দেশ ছেড়ে ফ্রান্সে গিয়ে উপস্থিত হন। ফ্রান্সের সম্রাট ফের তাঁকে নতুন ছবির ভার দিলেও লিওনার্দো তাঁর স্বভাবানুযায়ী শুধু বিদগ্ধ কথার জাল বিছিয়েই দীর্ঘ সময় কাটিয়ে দেন। শেষ পর্যন্ত বার্ধক্যে পৌঁছে অসুস্থ মুমূর্ষু অবস্থায় তিনি ক্যাথলিক আচার-অনুষ্ঠান ও খ্রিস্টধর্মের মত ও পথে আস্থা স্থাপন করেন। অনেক অশ্রু ও অনুতাপে স্বীকারোক্তির পর অবশেষে পবিত্র অনুগ্রহ লাভ করেন, তখন আর তাঁর দাঁড়ানোর ক্ষমতা নেই, ভৃত্য ও বন্ধুদের কাঁধে ভর দিয়ে কোনক্রমে এই ধর্মানুষ্ঠানে অংশ নেন তিনি। সম্রাট, যিনি প্রায়ই তাঁর কাছে আসতেন, এর পরপরই তাঁকে দেখতে আসেন। সম্রাটের সামনে লিওনার্দো উঠে বসেন ও প্রসঙ্গক্রমে দুঃখ করে বলতে থাকেন যে শিল্পের চর্চায় যতটা পরিশ্রম তাঁর করা উচিত ছিল তা না-করে বস্তুতপক্ষে ঈশ্বর ও মানুষ — উভয়ের কাছেই হয়তো তিনি চরম অন্যায় করেছেন। কথা বলতে-বলতেই হঠাৎ বেদনার তীব্র আক্রমণে ঢলে পড়লে স্বয়ং সম্রাট তাঁকে নিজের কোলে টেনে নেন, এর চেয়ে মহত্তম সম্মান যে আর হয় না সে কথা বুঝতে পেরে লিওনার্দো ৭৫ বছর বয়সে সম্রাটের বুকেই শেষ নিঃশ্বাস ত্যাগ করেন।[১৩]

লিওনার্দোর মৃত্যু, যাঁরা তাঁকে জানতেন, তাঁদের সকলের কাছেই গভীর বেদনাবহ। তাঁর মুখমণ্ডলে সৌন্দর্যের অনুপম দীপ্তি গভীর বিষাদগ্রস্ত চিত্তেও আনন্দের সঞ্চার করত, কথার শক্তিতে ভয়ানক অবাধ্যও সহজেই তাঁর বশীভূত হয়ে পড়ত। শারীরিকভাবে তিনি এতটাই শক্তি ও সামর্থ্যের অধিকারী ছিলেন যে হিংসার চরম প্রকাশও তাঁর সামনে সংযত হয়ে পড়ত, লোহার কড়া বা নাল তিনি অনায়াসে এক হাতেই বাঁকিয়ে দিতেন। আবার চরিত্রের স্বাভাবিক ঔদার্যবশে ধনীদরিদ্র নির্বিশেষে যে-কোন বন্ধুর জন্য তাঁর কাছে আশ্রয় ও আতিথ্যের কখনও অভাব ঘটত না। আতিথ্যলাভের শর্ত ছিল শুধু একটাই : কোন না কোন কাজে তাকে দক্ষ বা কুশলী হতে হবে। তাঁর অঙ্কিত ছবিতে দরিদ্রতম, তুচ্ছতম বাড়ির দেওয়ালও সৌন্দর্যে উদ্ভাসিত হয়ে উঠেছে। লিওনার্দোর জন্মের ফলে ফ্লোরেন্স ঈশ্বরের অযাচিত দানে যেমন পুষ্ট হয়ে উঠেছিল, তেমনই তাঁর মৃত্যুতে এ শহরের ক্ষতিও হলো অবর্ণনীয়।

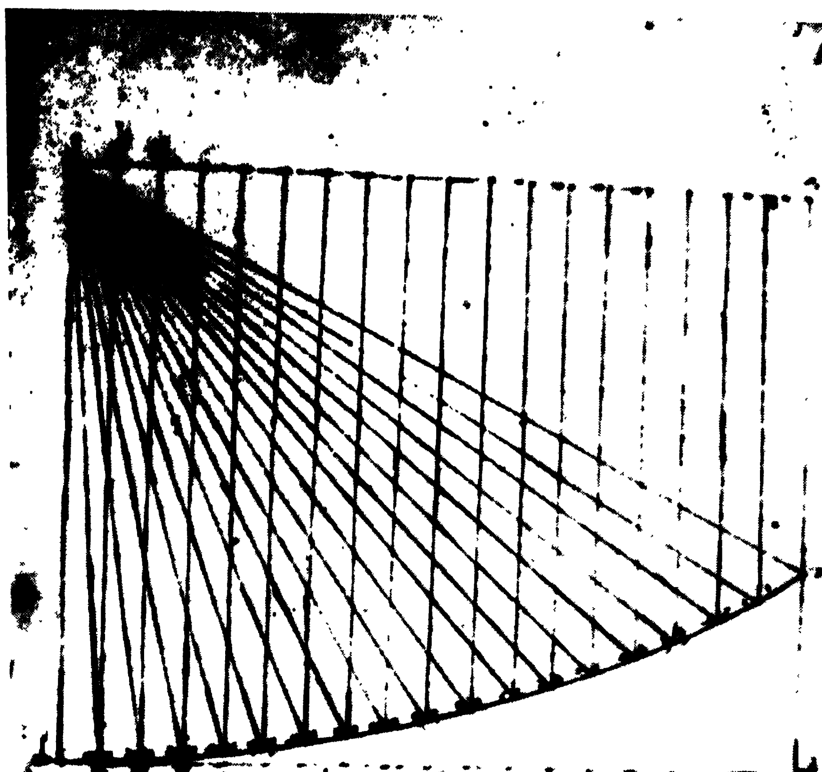
---

১৩. লিওনার্দোর বয়স তখন পঁচাত্তর নয়, ছিল সাতষট্টি বছর। সম্রাটের কোলে মৃত্যুবরণের গল্পটিও এখন আর বিশ্বাসযোগ্য বলে মনে করা হয় না।

বিজ্ঞানের নীতি
শিল্পের সূত্র

১

প্রস্তাবনা ও চিত্রবিদ্যা বিষয়ক অধ্যায়ের সাধারণ ভূমিকা



১

পাণ্ডুলিপি প্রকাশে লেখকের ইচ্ছা

কীভাবে কোন যন্ত্রের সাহায্যে জলের গভীরে অনেকে মিলে অন্তত কিছুক্ষণের জন্য থাকতে পারে। কীভাবে, কোন্ উপায়ে জলের মধ্যে অনেকক্ষণ থাকা যায় এবং কতদিন এভাবে আমি খাদ্য গ্রহণ না-করে থাকতে পারি, সে বিষয়ে আমার নিজের পদ্ধতি অবশ্যই আমি বলব না। এ কথা জানাব না কারওকে, প্রকাশও করব না, যেহেতু মানুষের স্বভাব দুষ্ট, এর সাহায্যে সে সমুদ্রের নিচে থেকে জাহাজ ধ্বংস করে, ডুবিয়ে, হত্যা ঘটাতে পারে অসংখ্য যাত্রীর। যদিও সেসব কথা আমি নিশ্চয়ই বলব, যা তেমন মারাত্মক নয়, যেমন হাওয়া-থলি বা কর্কের সাহায্যে জলের ওপরে ভাসমান নালিমুখ দিয়ে কীভাবে জলের নিচে থেকে অনায়াসে শ্বাসগ্রহণ করা চলে।

২

প্রকাশের জন্য পাণ্ডুলিপির প্রস্তুতি

যখন তুমি জলের গতিবিদ্যা বিষয়ক যাবতীয় সূত্র একযোগে উপস্থিত করছ, প্রতিটি প্রতিপাদ্যের সঙ্গে তখন তার প্রয়োগ ও ব্যবহার অন্তর্ভুক্ত করতে ভুলো না, অর্থাৎ এই বিজ্ঞান যেন অর্থহীন না-হয়ে যায় —

৩

পাঠকের প্রতি সতর্কবার্তা

যে-পাঠক নিজে গণিতজ্ঞ নয়, সে যেন আমার লেখা আদৌ না-পড়ে।

৪

পাণ্ডুলিপির বিশৃঙ্খলা

ফ্লোরেন্সে, পিয়েরো দি ব্র্যাচিও মারতেল্লির বাড়িতে, ১৫০৮ সালের ২২ মার্চ থেকে লেখা শুরু হলো। এ হলো শৃঙ্খলাহীন এক সংকলন, বিভিন্ন সময়ের গবেষণামূলক বহু লেখা থেকে একত্র করা, আশা করি পরে কোন এক সময়ে এ সমস্তই বিষয় অনুযায়ী ঠিকমতো সাজাতে পারব।

সূত্র ৪ ফ্লোবেন্সেব ইতিহাসে মাবতেল্লিব নাম জ্ঞানবিজ্ঞানেব চর্চা ও প্রসাবেব সঙ্গে গভীবভাবে যুক্ত হয়ে আছে। মৃত্যুর সময়ে তাঁব গণিত বিষয়ক চাবটি পাণ্ডুলিপি সম্পূর্ণ হয়ে মুদ্রণেব অপেক্ষায় ছিল।

ফ্লোবেন্সে সে সময়ে খ্রিস্টীয় সন গণনা কবা হত ভিন্ন নিয়মে। বর্তমান নিয়মে এটি হবে ১৫০৯।

এ লেখা শেষ করার আগে মনে হয় একই কথার পুনরাবৃত্তি করে ফেলব বহুবার, হে পাঠক, তার জন্য আমায় দোষ দিও না, কেননা বিষয় অসংখ্য আর স্মৃতি তার সব কিছু সর্বদা ধরে রাখতে পারে না, প্রয়োজনে বলতে পারে না যে 'এ কথা আগেই লিখেছি, তাই আর লিখব না।' যদি আমি এ ভুল এড়াব বলে ভাবি, তাহলে প্রতিটি অনুচ্ছেদ এখানে নকল করার সময়, পুনরুক্তি করব না বলে আগের সমস্ত লেখাই ফিরে আবার পড়তে হয়, আরও এই জন্য তা দরকার যে একবার লেখার পর ফের যখন লিখতে বসেছি, প্রায় ক্ষেত্রেই তার মধ্যে দীর্ঘ সময়ের ব্যবধান রয়েছে।

৫

কোন নির্দিষ্ট বিষয়ে রচিত পাণ্ডুলিপির ক্রমসজ্জা সম্পর্কে ইঙ্গিত

ক্যানাল খোঁড়ার প্রসঙ্গ ব্যবহারিক উদ্ভাবনের অধ্যায়ে আসবে। এবং তা প্রমাণ করতে ইতিমধ্যেই প্রমাণিত সূত্রগুলিকে সামনে আনতে হবে। এই হলো যথার্থ পর্যায়ক্রম — যেহেতু তুমি যদি কোন পরিকল্পনার ব্যবহারিক উপযোগিতা দেখাতে চাও, তোমাকে তা প্রমাণ করতে ফের নতুন যন্ত্রের নক্‌শা বানাতে হবে, আর এভাবে চল্লিশটি অধ্যায়ের ক্রমশৃঙ্খলা কেবলই গুলিয়ে যাবে, তার সঙ্গে সংশ্লিষ্ট ছবিগুলির কথাও বিচার্য—অর্থাৎ এভাবে তত্ত্বের সঙ্গে তার ব্যবহার মিলেমিশে পরস্পরের সঙ্গে সংযোগহীন এক বিভ্রান্তিকর লেখার সৃষ্টি হবে।

৬

বিজ্ঞান বিষয়ে আমার এই লেখার কোথাও পূর্ববর্তী সিদ্ধান্ত থেকে প্রাপ্ত কোন সাধারণ নীতি ব্যবহার করেছি — এই অভিযোগ করা যাবে না।

৭

বলবিদ্যা বিষয়ক অধ্যায় অবশ্যই ব্যবহারোপযোগী উদ্ভাবনসমূহ — এই অধ্যায়ের আগে আসবে। (— অঙ্গসংস্থান বিষয়ে লেখা পৃষ্ঠাগুলি বাঁধিয়ে নিতে হবে।)

সূত্র ৭ : বিচ্ছিন্ন পৃষ্ঠায় লেখা এ বিষয়ে লিওনার্দোর অসংখ্য নোট পৃষ্ঠাব মাপ ও চেহাবা অনুযায়ী চারভাগে ভাগ করা যায়, সেসমস্তই এখন রয়েছে উইনসরের রাজ-সংগ্রহশালায়। এর মধ্যে মাত্র একটি ভাগই বাঁধানো অবস্থায় পাওয়া যায়, অর্থাৎ লিওনার্দো তাঁর সংকল্প সম্পূর্ণ কবতে পারেননি।

৮

অধ্যায়ের পর্যায়ক্রম এইভাবে হওয়া উচিত : প্রথমে সরল বিম বা কড়ি, তারপর নিচের থেকে যা তাকে ধরে রাখবে, এর পর অংশত যা ঝুলে থাকে, তার পরে আসবে যার সম্পূর্ণ অংশই ঝুলন্ত অবস্থায় থাকে। তারও পরে অন্যান্য ভার ধরে রাখে—এমন কড়িকাঠের কথা।

৯

ভূমিকা

চিত্রবিদ্যা বিষয়ক অধ্যায়ের সাধারণ ভূমিকা

বিশেষভাবে প্রয়োজনীয় ও ব্যবহারের উপযোগী বা আনন্দজনক কোন বিষয়ই আর খুঁজে পাচ্ছি না, যেহেতু আমার আগেই যাঁরা মেলায় এসেছেন, অধিকাংশ দরকারি ও ব্যবহারযোগ্য জিনিশই প্রায় দখল করে ফেলেছেন তাঁরা — এই দেখে, আমাকেও করতে হবে তার মতো, দরিদ্র যে, মেলায় এসেছে সাঁঝবেলায়, অন্যান্য ক্রেতারা দেখেশুনে মূল্যহীন বলে ফেলে রেখে গেছে যা-কিছু, সেসমস্তই গ্রহণ করা ছাড়া আর কী-ই বা করার আছে তার! আমি, সুতরাং আমার এই সামান্য ঝোলা ভরব পরিত্যক্ত ও তুচ্ছ যত পণ্যে, বহু ক্রেতাই যা অস্বীকার করেছে কিনতে। তারপর বেরোব তা বণ্টন করতে, অবশ্যই বড়-বড় সব শহরে নয়, যাব দরিদ্র শহরতলীতে, উপযুক্ত দামের বিনিময়েই তা ছড়িয়ে দেব।

১০

ভূমিকা

জানি, অনেকেই এ কাজকে বলবে অপ্রয়োজনীয়; তারা হলো সেই ডিমেট্রিয়াস যাদের সম্পর্কে বলেছেন যে শরীরের নিচের থেকে নির্গত বায়ুর চেয়ে তাদের মুখের কথাকে বেশি গুরুত্ব দেওয়ার মানে হয় না কোন, নিছক জাগতিক সম্পদ ছাড়া আর কিছুই বোঝে না তারা, সম্পূর্ণ প্রজ্ঞারহিত; অথচ জ্ঞানই তো মনের যথার্থ সম্পদ, মনের খাদ্য ও পুষ্টি। কেননা আত্মবস্তু শরীরের চেয়ে ঢের বেশি মূল্যবান, শরীরের চেয়ে ঢের মহৎ তার গুণাবলী। আমার লেখা যখন এরকম কোন লোকের হাতে দেখি, সন্দেহ হয় ঠিক বাঁদরের মতো সে আবার এর গন্ধ শুঁকবে না তো, অথবা এক্ষুনি না জিগ্যেস করে বসে, আচ্ছা, এটা কি খাবার জিনিশ?

সূত্র ১০ ডিমেট্রিয়াস বলতে লিওনার্দো কার কথা বলেছেন এ নিয়ে সংশয় আছে। খুব সম্ভবত নামটি হবে ডিমাডেস, তাঁর লেখাব মেজাজেব সঙ্গেই ববং উল্লিখিত উক্তিটি মানানসই।

ভূমিকা

এ বিষয়ে আমি সম্পূর্ণ সচেতন যে আমি ঠিক সাহিত্যের লোক নই, উদ্ধত কেউ-কেউ ভাবে যে সঙ্গত কারণেই তারা এ জন্য দুষতে পারে আমায়, অভিযোগ এই যে আমি নাকি ঠিক বিশেষজ্ঞ লেখক নই। নির্বোধ ! তারা কি জানে রোমান পেট্রিশিয়ানদের প্রতি মারিয়াস যেমন বলেছিলেন, আমিও তেমনই এর জবাব দিতে পারি, বলতে পারি যে যারা অন্যের পরিশ্রম চুরি করে নিজেদের সাজায়, তারা আমাকে নিজের পরিশ্রমে বাঁচতে দেবে না কখনওই। তারা বলবে যেহেতু আমার কোন সাহিত্যিক দক্ষতা নেই, আমি যা চাই তা নাকি ঠিক প্রকাশ করতে পারব না, কিন্তু তারা জানে না আমার যা বিষয় তা প্রকাশ করতে নিছক শব্দের চেয়ে অভিজ্ঞতার প্রয়োজন অনেক বেশি, আর যারা যথার্থই ভালো লেখক, চিরকাল অভিজ্ঞতাই তাঁদের শিক্ষক, পথপ্রদর্শক। সে কারণে, প্রতিটি ক্ষেত্রে আমি তাঁকেই স্মরণ করে এগোব।

১১

[illegible]

যেহেতু আমি ঠিক তাদের মতো অন্যান্য লেখকদের উদ্ধৃত করতে পারব না, আমি তাই ভরসা করব যা তার চেয়ে অনেক মহৎ আর মূল্যবান — সেই অভিজ্ঞতার উপর — তাদের শিক্ষকদেরও শিক্ষক যিনি। খুব জাঁকজমক আর দারুণ সাজগোজ করে তারা যায়, তাদের নিজেদের পরিশ্রমে নয়, অন্যের পরিশ্রমের ফল হাতিয়ে। আমার নিজের পরিশ্রম মাত্র সম্বল করে আমায় থাকতে দেবে না তারা; উদ্ভাবক বলে তারা আমায় গাল দেবে; কিন্তু যারা উদ্ভাবক নয়, অন্যের লেখা থেকে আওড়ায় শুধু, ফালতো অহং দেখায়, তাদেরকেই তো আরও বেশি গাল দেওয়া উচিত।

ভূমিকা

অন্যের লেখা আউড়ে, তাই নিয়ে গর্ব করে যারা, তাদের তুলনায় সেই সমস্ত লোক যারা স্বয়ং উদ্ভাবক, যারা প্রকৃতি ও মানুষের মধ্যে সংযোগ সাধন করে, আয়নায় প্রতিবিম্বিত বস্তুর তুলনায় তাদের তাই বলা যায় আয়নার সম্মুখস্থ বস্তু, যার একটা স্বকীয় অস্তিত্ব আছে। প্রতিবিম্বের কোন অস্তিত্বই নেই — প্রকৃতির কাছে তাদের ঋণও অতিসামান্য, কিছুটা আকস্মিকভাবেই যেন তারা মানুষের চেহারা পেয়েছে, তা নইলে একদল জন্তু বলেই অভিহিত করা যেত তাদের।

সূত্র ১০ মাবিয়াস-এব নামে ব্যবহৃত উক্তিটি সম্ভবত তাঁব নয়, বিশেষজ্ঞদেব অভিমত তা-ই । সেক্ষেত্রে নামটি হবে মেনেনিয়াস আব সেই সঙ্গে পেট্রিশিয়ানদেব বদলে প্লিবিয়ানদেব নাম আসবে। পবিবর্তনটুকু গুরুতব, কিন্তু তাতে এই অংশেব অর্থ পরিষ্কাব হয়।

১২

অনেকেই ভাবে যে সঙ্গত কারণেই তারা আমার বিরুদ্ধে অভিযোগ করতে পারে এই বলে যে আমার প্রামাণিক সূত্রগুলি শ্রদ্ধা ও ক্ষমতার সর্বোচ্চ আসনের অধিকারী কিছু লোকের অনভিজ্ঞ বিবেচনার বিরোধী; তারা এ কথা একবারও ভাবে না যে আমার কাজ কিন্তু সরল ও বিশুদ্ধ অভিজ্ঞতার ফসল, সে-ই আমার একমাত্র যথার্থ শিক্ষক। অনেক মিথ্যার ভেতর থেকে প্রকৃত সত্যকে অন্বেষণের পক্ষে এই সমস্ত নিয়মাবলী যথেষ্ট কার্যকর — যথার্থ বিনয়ের সঙ্গে এর সাহায্যে শুধু যা সম্ভাব্য, তারই খোঁজ করতে শিখবে লোকে, অজ্ঞতার অন্ধকারে তলিয়ে যাবে না, ফলাফলহীন, গভীর হতাশায় বিষণ্ণ হয়ে পড়বে না।

১৩

প্রাকৃতিক যাবতীয় কার্যকারণের আলোচনায় শিক্ষার্থী-দর্শকের পক্ষে সবচেয়ে আনন্দের বিষয় হলো আলো। গণিতের মহৎ বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে আলোর ক্ষেত্রে বিশেষত প্রদর্শন ও ব্যাখ্যার নিশ্চয়তাই অন্বেষণকারীর মনকে উন্নীত করে। পরিপ্রেক্ষিতের জ্ঞান সেই কারণে মানবিক শিক্ষার যাবতীয় আলোচনা ও পদ্ধতির মধ্যে প্রধান বিবেচ্য। বিজ্ঞানের এই শাখায় আলোকরশ্মিকে ব্যাখ্যা করা হয় সেই সমস্ত প্রদর্শপদ্ধতির সাহায্যে, যা যতটা পদার্থবিদ্যার, ততটা গণিতশাস্ত্রের নয়, কিন্তু উভয়ের প্রজ্ঞাপুষ্পেই তা সজ্জিত। কিন্তু এর সূত্রসমূহ যেহেতু দীর্ঘ আলোচনার বিষয়, আমি তাই প্রাকৃতিক শৃঙ্খলা ও গাণিতিক ব্যাখ্যা — এই দুই পদ্ধতির উপর নির্ভর করে সরাসরি উপসংহারে যাওয়ার মতো যথাসম্ভব সংক্ষেপে তা লিখব — কখনও কার্যকারণ থেকে পরিণতি বিচার করে, কখনও বা পরিণতি থেকে কার্যকারণের যুক্তি সাজিয়ে; আমার নিজের সিদ্ধান্তও যুক্ত করব সেখানে, কোথাও তা বাদ দিলেও অনুমান করা যাবে সহজেই। সুতরাং ঈশ্বর, যিনি সকল বস্তুর আলোকস্বরূপ — আমাকে জ্ঞানের আলোয় যদি আলোকিত করেন, তাহলেই আমি আলোর কথা লিখব — এবং এ লেখাকে ভাগ করে নেব তিনটি উপবিভাগে।

সূত্র ১৩ . মধ্যযুগে বা রেনেসাঁ-র সময়ে পবিপ্রেক্ষিত ও আলোকবিদ্যাকে (optics) বিজ্ঞানেব দুটি আলাদা শাখা হিশেবে গণ্য কবা হত না। পবিপ্রেক্ষিত যদিও প্রয়োগেব দিক থেকে দৃষ্টিবিজ্ঞানেবই অংশ, এবং লিওনার্দোব কাছে তা পৃথকভাবে আলোচনাব বিষয় হলেও এখানে প্রায়শ আলোকবিজ্ঞানের সূত্র চলে এসেছে কখনও পরিপ্রেক্ষিতের অংশে, কখনও উভয়ই পাশাপাশি বা পব পব আলোচিত হয়েছে।

১৪

পরিপ্রেক্ষিতবিদ্যার তিনটি শাখা সম্পর্কে

চিত্রবিদ্যা বিষয়ক অধ্যায়ের পরিকল্পনা

পরিপ্রেক্ষিতবিদ্যার তিনটি শাখা আছে। কোন বস্তু চোখের থেকে যত দূরে যায়, ততই (আপাত)ক্ষুদ্র হয়ে আসে — প্রথমটি তার কার্যকারণের সঙ্গে যুক্ত। একে বলে ক্রমহ্রাসমান পরিপ্রেক্ষিত। কোন বর্ণ বা রঙ চোখের থেকে যত দূরে সরে যায়, ততই যেন বদলে অন্যরকম হয়ে যায়, যেভাবে তা হয়, দ্বিতীয়টি তাই নিয়ে। ছবির ক্ষেত্রে সাধারণত দূরের বস্তুতে অপেক্ষাকৃত কম কাজ করা হয়, তৃতীয় বা শেষ শাখাটি তার ব্যাখ্যার সঙ্গে সম্পর্কিত। শাখাগুলির নাম এইরকম : রৈখিক পরিপ্রেক্ষিত, বর্ণের পরিপ্রেক্ষিত ও অদৃশ্যায়নের পরিপ্রেক্ষিত।

১৫



চিত্র ও পরিপ্রেক্ষিত সম্পর্কে

অঙ্কনবিদ্যায় ব্যবহৃত পরিপ্রেক্ষিতের তিনটি ভাগ, তার মধ্যে অস্বচ্ছ বস্তুর আকৃতিহ্রাস প্রথমটির অন্তর্গত; এ ধরনের অস্বচ্ছ বস্তুর পরিলেখ বা রূপরেখার হ্রাস ও ক্ষয় দ্বিতীয়টির বিষয়, অধিক দূরত্বে বর্ণের হ্রাস ও ক্ষয় নিয়ে তৃতীয় ভাগ।

১৬



চিত্রবিদ্যা বিষয়ে আলোচনা

রেখাঙ্কনের ক্ষেত্রে পরিপ্রেক্ষিত তিনটি প্রধান ভাগে বিভক্ত; তার মধ্যে বিভিন্ন দূরত্বে বস্তুর আয়তনহ্রাস আলোচিত হয় প্রথমটিতে, দ্বিতীয়টি এই সব বস্তুর বর্ণক্ষয় নিয়ে আলোচনা করে এবং বস্তুর গঠন ও রূপরেখা যত দূরে যায় ততই যে আবছা হয়ে আসে — তাই নিয়ে আলোচনা তৃতীয়টির।

সূত্র ১৬ এখানে, পর পর কয়েকটি সূত্র কার্যত প্রায় এক। অনুমান করা হয় যে এগুলি লেখার মধ্যে প্রায় ২০ বছরের ব্যবধান রয়েছে।

১৭

চিত্রবিদ্যা বিষয়ক অধ্যায়ের বিভিন্ন বিভাগ প্রসঙ্গে

ছবির ক্ষেত্রে প্রথম কথা হলো, যেসব বস্তুর রূপ অঙ্কিত হচ্ছে, তা যথার্থ উচ্চাবচ আয়তনবিশিষ্ট এবং তাদের চতুষ্পার্শ্বস্থ বিভিন্ন দূরত্বের ভূমি পরিপ্রেক্ষিতবিদ্যার শাখা তিনটির সাহায্যে ছবির সম্মুখভূমির উল্লম্ব তল বরাবর দৃশ্যমান হওয়া উচিত। পরিপ্রেক্ষিতের এই শাখা তিনটি হলো: বস্তুর গঠনাকৃতির নির্দিষ্টতা হ্রাস, বস্তুর আকার হ্রাস এবং বর্ণক্ষয়। এই তিন প্রকার পরিপ্রেক্ষিতের মধ্যে প্রথমটি চোখের কাঠামোজনিত কারণে হয়, অন্য দুটি ঘটে চোখ ও দৃষ্ট বস্তুর মধ্যেকার বায়ুস্তরজনিত কারণে। ছবির দ্বিতীয় গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো তার মূল ঘটনাক্রিয়ার যাথার্থ্য এবং অবয়বসমূহের ভিন্ন-ভিন্ন রূপবৈশিষ্ট্য, যাতে ছবিতে উপস্থিত চরিত্রদের অন্তত পরস্পরের সহোদর ভাইয়ের মতো মনে না হয়।

১৮

চিত্রবিদ্যা বিষয়ক অধ্যায়ের ব্যবহারিক মূল্য

এইসব নিয়মনীতি অবয়বগুলি সংশোধন করার সময়ই ব্যবহৃত হয় শুধু; যেহেতু প্রত্যেকেই তার প্রথম দিককার কাজে কিছু ভুল করতে বাধ্য, কিন্তু যে এসব নিয়ম আদৌ জানে না, তার পক্ষে প্রয়োজনীয় সংশোধন করাও সম্ভব নয়। কিন্তু তুমি, কোথায় তোমার দুর্বলতা জানো, তাই যেখানেই তেমন কোন ভুল দেখবে, তা সংশোধন করবে এবং মনে রাখবে, যাতে আবার ঐ একই ভুল না-করো। কিন্তু এইসব নিয়ম যদি তোমার কাজে একেবারে আক্ষরিক অর্থে প্রয়োগ করতে চাও, তাহলে তার আর কোন তল খুঁজে পাবে না, শেষমেশ সব তালগোল পাকিয়ে অযথা বিভ্রান্তির সৃষ্টি করবে।

এইসব নিয়মনীতি আসলে তোমার স্বাধীন ও সঠিক বিচারবুদ্ধির স্বার্থে রচিত, যেহেতু স্বচ্ছ ধারণা থেকেই জন্মায় উত্তম বিবেচনা, সঠিক নিয়মজাত যুক্তি থেকে আসে স্বচ্ছ ধারণা এবং সঠিক নিয়ম যথার্থ অভিজ্ঞতার ফসল — আর অভিজ্ঞতাই যাবতীয় বিজ্ঞান ও শিল্পের মাতৃস্বরূপা। সুতরাং আমার নিয়ম-নির্দেশিকার কথা মনে রাখলে তোমার সংশোধিত বিচারবুদ্ধির সাহায্যে তুমি পরিপ্রেক্ষিতের প্রয়োগে বা অবয়বের গঠনে বা অন্য যে কোন বিষয়ে কোন কিছু বিষমানুপাতিক হয়েছে কিনা সহজেই তা বুঝতে পারবে এবং তার উপযুক্ত সমালোচনা করতে পারবে।

১৯

জ্ঞানগম্যি ছাড়াই যারা অনুশীলন করে, তাদের ভুল প্রসঙ্গে

তত্ত্বজ্ঞানের প্রয়োজনীয়তা

কোনরকম জ্ঞানগম্যি ছাড়াই অনুশীলন করতে ভালোবাসে যারা, তারা অনেকটা সেই নাবিকের মতো, মাস্তুল বা দিক্‌নির্দেশক যন্ত্র ছাড়াই যে জাহাজ চালাচ্ছে, কোথায় চলেছে সে বিষয়ে সম্পূর্ণ অনিশ্চিত তার ধারণা। সঠিক তত্ত্বের উপরঁ ভিত্তি করেই অনুশীলন করা উচিত এবং সেক্ষেত্রে পরিপ্রেক্ষিতবিদ্যাই হলো প্রধানতম পথ এবং একই সঙ্গে তার পথপ্রদর্শক। পরিপ্রেক্ষিতের জ্ঞান ছাড়া রেখাঙ্কনের ক্ষেত্রে কোন কিছুই ভালোভাবে করা সম্ভব নয়।

২০

যে চিত্রকর যুক্তিব্যতিরেকে শুধু চোখের দেখায় নির্ভর করে অনুশীলন করে, সে অনেকটা আয়নার মতো, যার সামনে কিছু রাখলে তা সেখানে হুবহু বিম্বিত হয় ঠিকই, কিন্তু বস্তুর অস্তিত্ব সম্পর্কে তার কোন স্বকীয় চেতনা কাজ করে না।

২১

পরিপ্রেক্ষিতবিদ্যার ভূমিকা বা চোখের স্বাভাবিক ক্রিয়া সম্পর্কে

চোখের কাজ

হে পাঠক, দেখুন এই একটি বিষয়ে আমাদের পূর্বপুরুষদের, প্রাচীন পিতামহদের মোটেই বিশ্বাস করতে পারি না আমরা, যারা প্রমাণের অতীত যা, সেই আত্মবস্তু ও প্রাণের সংজ্ঞা নিরূপণের চেষ্টা করেছিলেন; কিন্তু যে সমস্ত বিষয়ে যে কোন সময়ই একটা স্বচ্ছ ধারণায় উপনীত হওয়া যেত বা অভিজ্ঞতাসাপেক্ষে যা প্রমাণ করা যেত অনায়াসে, বহু যুগ ধরে তা অজ্ঞাতই থেকে গেছে অথবা তা বোঝা হয়েছে ভুলভাবে। যেমন চোখ, অভিজ্ঞতা থেকেই তার কাজ সম্বন্ধে কিছুটা জানি আমরা, আজ পর্যন্ত অসংখ্য লেখক তাকে একভাবে সংজ্ঞাত করার চেষ্টা করেছে, কিন্তু আমি, অভিজ্ঞতায় দেখেছি, বস্তুটি একেবারেই অন্যরকম।

২২

এইখানে অর্থাৎ এই চোখে রূপগঠন, বর্ণ, মহাবিশ্বের প্রতিটি অংশের স্বরূপ একটি বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত হয় এবং সেই বিন্দু এত আশ্চর্য চমকপ্রদ এক বস্তু... অহো! আশ্চর্য, হে বিস্ময়কর

প্রয়োজনস্বরূপা — সংক্ষিপ্ততম পথে প্রতিটি পরিণামকে তোমার নিয়মে তুমি বাধ্য করো কার্যকারণের প্রত্যক্ষ ফলাফলে রূপ নিতে। এ সত্যিই আশ্চর্য, অভাবনীয়...

বস্তুবিশ্বের বিরাট পরিসর কত ক্ষুদ্র জায়গায় পুনরুৎপাদিত ও পুনঃসংস্থাপিত হয়। অঙ্গসংস্থানবিদ্যায় বর্ণনা কোর চোখে প্রতিফলিত যাবতীয় প্রতিবিম্বের ব্যাস ও প্রতিবিম্বিত বস্তু থেকে স্ফটিকস্বচ্ছ লেন্‌সের দূরত্বের অনুপাত সাধারণত কত।

২৩

চোখের দশটি বৈশিষ্ট্য, যা চিত্রবিদ্যার সঙ্গে সম্পর্কিত

ছবি দৃষ্টিশক্তির দশটি বৈশিষ্ট্যের প্রতিটির সঙ্গে বিশেষভাবে সম্পর্কিত। এগুলি হলো: অন্ধকার ও আলো, কাঠিন্য ও বর্ণ, রূপগঠন ও অবস্থান, দূরত্ব ও নৈকট্য, গতি ও স্থিতি। চিত্রকরকে সেইসমস্ত নিয়ম ও পদ্ধতির কথা মনে করিয়ে দিতে আমার এই ছোট্ট কাজ এসমস্ত বৈশিষ্ট্য অধ্যয়নের সামান্য কিছু সূত্র রচনা করছে মাত্র, যার সাহায্য নিয়ে সে প্রকৃতির অপূর্ব সব কারুকাজ, যা পৃথিবীকে সুষমায় ভরিয়ে তুলেছে, তাকে অনুকরণের কাজে তার শিল্পকর্মকে ব্যবহার করতে পারে।

২৪

চিত্র প্রসঙ্গে

চোখের পরিবর্তনশীলতা

প্রথমত চোখে প্রতিফলিত আলোর মাত্রা বা পরিমাণ যত বাড়ে, সেই অনুপাতে চোখের তারাও সঙ্কুচিত হয়। দ্বিতীয়ত, চোখে প্রতিফলিত দিনের আলো বা যে কোন আলো যত কমে, চোখের তারাও সেই অনুপাতে প্রসারিত হয়। তৃতীয়ত, চোখের তারা যত ব্যাপকভাবে প্রসারিত হয়, ততই তা দৃশ্যমান বস্তুকে আরও তীব্রতার সঙ্গে চিনতে ও বুঝতে পারে; নিশাচর জন্তু, যেমন বিড়াল এবং পাখি, যেমন পেঁচা ইত্যাদির ক্ষেত্রে এ ঘটনা সহজেই প্রমাণ করা যায়, যাদের চোখের তারা আলো ও অন্ধকার-সাপেক্ষে যথেষ্ট ছোট কিংবা বড় হতে পারে। চতুর্থত, বাড়ির বাইরের আলোকিত উজ্জ্বল পরিবেশ থেকে দেখলে বাড়ির ভেতর অন্ধকারাচ্ছন্ন লাগে, যদিও সেখানে আলোর যে কোন অভাব থাকে তা নয়। পঞ্চমত, ছায়ায় রাখলে সব রঙই প্রায় একইরকম অন্ধকার ছায়াময় বলে মনে হয়। ষষ্ঠত, উন্মুক্ত আলোয় কিন্তু কোন রঙেরই প্রকৃত ও মৌলিক বর্ণের কোন পরিবর্তন হয় না।

২৫

চক্ষু প্রসঙ্গে

দৃষ্টির রশ্মিকেন্দ্র

খুব কাছের কোন বস্তুকে দেখতে হলে চোখ ঠিকমতো তার আন্দাজ পায় না, কোন লোক তার নাকের ডগা দেখতে চেষ্টা করলে যা হয় সাধারণত। সুতরাং প্রকৃতি আমাদের এই শিক্ষাই দেয় যে সাধারণ নিয়মানুসারে, কোন বস্তুকে সঠিকভাবে দেখা সম্ভব নয় যদি চোখ ও দ্রষ্টব্য বস্তুর মধ্যে ব্যবধান অন্তত মুখমণ্ডলের দৈর্ঘ্যের সমান না-হয়।

২৬

চক্ষু প্রসঙ্গে

এক চোখে ও দু'চোখে দেখার মধ্যে পার্থক্য

দুটি চোখই যখন কোন বস্তুর প্রতি তার দৃষ্টির ত্রিপার্শ্ব শঙ্কু বা পিরামিডকে চালনা করে, তখনই চোখ সেই বস্তুকে পরিষ্কার দেখতে ও বুঝতে পারে।

২৭

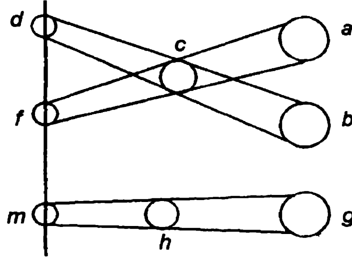
একই চোখ দিয়ে দেখা বস্তুকে কখনও বড়, কখনও ছোট বলে মনে হয়।

২৮

দর্শকের গতির ফলে অনেক সময় কোন স্থির বস্তুকে দেখে দর্শকের মনে হয় যে তা চলমান অবয়বের গতি লাভ করেছে, অন্যদিকে গতিশীল ব্যক্তিকে দেখে তখন মনে হতে পারে স্থির।

চিত্র প্রসঙ্গে

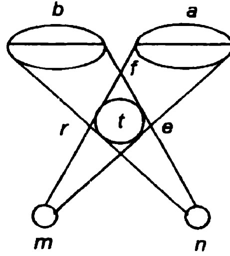
কোন নির্দিষ্ট নতোন্নত বস্তুকে যখন নিকটদূরত্ব থেকে এক চোখ দিয়ে দেখা যায়, তখন তাকে নিখুঁত ছবির মতো লাগে। যদি তুমি a-চোখ দিয়ে দেখ b-কে c বিন্দুতে, এই c বিন্দু তখন d ও f - বিন্দুতে দৃশ্যমান হয়, এবং যদি তুমি তাকে g- চোখ দিয়ে দেখ, h দৃশ্যমান হবে তখন m-বিন্দুতে। কোন ছবি এই দুটি দিককেই কখনও একত্রে ধারণ করতে পারে না।



২৯



ধরা যাক নতোন্নত t-বস্তুকে দু'চোখ দিয়েই দেখা হচ্ছে, যদি তুমি বাম চোখ n বন্ধ করে ডান চোখ m দিয়ে দেখ, বস্তুটি দেখা দেবে a-স্থানে বা বস্তুটি a স্থান অধিকার করবে। আবার যদি ডান চোখ বন্ধ করে শুধু বাম চোখ খোল, বস্তুটি b-স্থান অধিকার করবে। কিন্তু যদি দুটি চোখই



খোল, বস্তুটিকে a বা b কোন জায়গাতেই দেখবে না, দেখবে e r f-অঞ্চলে । কেন কোন ছবি দু'চোখ দিয়ে দেখলে পৃষ্ঠভূমি থেকে ঈষৎ উন্নত বলে মনে হয় না, প্রকৃত নতোন্নত বস্তুকে দু'চোখ দিয়ে দেখলে যেমন লাগে? আবার কেনই বা একচোখ দিয়ে দেখলে ছবিতেঐ নতোন্নত গুণ আসে, একই রকম আলোছায়ায় পৃষ্ঠভূমি থেকে ঈষৎ উন্নত কোন বস্তুকে দেখলে যেমন লাগে?

সূত্র ২৯ ছবিতে m বাম চোখ ও n ডান চোখ হিশেবে দেখানো হয়েছে, অথচ তাব লিখিত ব্যাখ্যায় অবস্থান বদলে গেছে। ফলে আমাদেব ধরে নিতে হবে এই দুটি চোখ যে-মুখেব অংশ, তা দর্শকেব বিপরীত দিকে বয়েছে।

৩০



প্রতিবিম্বের বা প্রতিচ্ছবির তুলনামূলক আকার নির্ভর করে আলোর পরিমাণের উপর

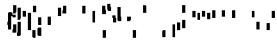
চোখ অন্ধকার বা ছায়াচ্ছন্ন বস্তুর চেয়ে আলোকোজ্জ্বল কোন বস্তুর প্রতিবিম্ব বা প্রতিচ্ছবি অনেক ভালোভাবে ধরতে ও ধরে রাখতে পারে। কারণ হলো, চোখ বস্তুটি নিজে ঘোর কালো এবং যেহেতু একই গোত্রের দুটি বস্তুর মধ্যে পার্থক্য করা সম্ভব নয়, তাই রাত্রি বা অন্যান্য অন্ধকারাচ্ছন্ন বস্তুকে চোখ দেখতে বা বুঝতে পারে না। আলো এর সম্পূর্ণ বিপরীত গোত্রের, চোখের ঘোর কালিমার থেকে পৃথক, কাজ করে তার বিরুদ্ধে, ফলে বস্তুকে তা নিখুঁত আকারে দেখে এবং তার প্রতিবিম্বের ছাপ চোখে থেকে যায়।

৩১



যা-কিছু আমরা দেখি, মধ্যদিনের তুলনায় মধ্যরাত্রে এবং সকালে তা অনেক বড় বলে মনে হয়। তার কারণ অন্য যে কোন সময়ের তুলনায় মধ্যদিনে আমাদের চোখের তারা অনেক ছোট হয়ে আসে।

৩২



বৃহৎ চক্ষুতারকা বস্তুকেও বৃহৎ দেখবে। এ কথা পরিষ্কার বোঝা যায় যখন আমরা আলোকদীপ্ত কোন বস্তুর দিকে তাকাই, বিশেষত আকাশের। যখন চোখ অন্ধকার থেকে বেরিয়ে হঠাৎ ঐসব বস্তুর দিকে তাকায়, তখন প্রথমে তা অনেক বড় বলে মনে হয়, পরে ক্রমে ছোট হয়ে আসে। যদি তুমি ক্ষুদ্র কোন ছিদ্রপথ দিয়ে দেখ, তাহলে ঐ সব বস্তুকেও অনেক ছোট বলে মনে হবে, কারণ তখন চক্ষুতারকার এক ক্ষুদ্রাংশই মাত্র কাজ করে।

৩৩



অন্ধকার থেকে বেরিয়ে চোখ যখন হঠাৎ কোন আলোকদীপ্ত বস্তুর দিকে তাকায়, বস্তুটি অনেকক্ষণ ধরে দেখার পর যেমন মনে হয়, তার চেয়ে প্রথম-দেখায় অনেক বড় বলে মনে হবে। এক চোখের বদলে দু'চোখ দিয়ে দেখলে আলোয় উদ্ভাসিত কোন বস্তু সাধারণত অনেক বড় ও অনেক বেশি উজ্জ্বল বলে মনে হয়। ছোট কোন ছিদ্র দিয়ে দেখলে আলোকিত কোন বস্তু অনেক ক্ষুদ্রাকার বলে মনে হয়। ডিম্বাকৃতি কোন আলোকোজ্জ্বল বস্তু চোখের থেকে যত দূরে যাবে, ততই আনুপাতিক হারে তাকে গোলাকৃতি বলে মনে হবে।

৩৪

চোখ যখন হঠাৎ কোন আলো দেখে, কেন ফিকে অর্ধেক আলো তার কাছে অন্ধকার লাগে; একই ভাবে অন্ধকার থেকে ফিরে ঐ অর্ধেক ফিকে আলোই কেন খুব উজ্জ্বল বলে মনে হয়?

৩৫

চিত্র প্রসঙ্গে

খোলা জায়গায় আলোয় উজ্জ্বল পরিবেশ থেকে চোখ যদি কোন ছায়াচ্ছন্ন জায়গায় দিকে তাকায়, তাহলে জায়গাটি প্রকৃতপক্ষে যতখানি অন্ধকার তার চেয়ে অনেক বেশি অন্ধকার বলে মনে হয়। এরকম এই জন্য ঘটে যে বাইরের প্রকৃতি যত আলোকোজ্জ্বল হয়ে প্রতিবিম্বিত হয়, চোখের তারা ততই সঙ্কুচিত হয়। এবং চোখের তারা যত সঙ্কুচিত হয়, বস্তুরাশি ততই কম উজ্জ্বল বলে মনে হয়। কিন্তু যখন কোন ছায়াচ্ছন্ন জায়গায় চোখ প্রবেশ করে অন্ধকারের গাঢ়তা হঠাৎ কমে আসে। এইজন্য তা ঘটে যে চোখের তারা যত অন্ধকারে প্রবেশ করে ততই তার আকার বৃদ্ধি পায়, তার ফলে অন্ধকারও তখন মনে হয় অনেক হালকা।

৩৬

পরিপ্রেক্ষিত প্রসঙ্গে

সূর্যালোকিত কোন শাদারঙের বস্তু থেকে সরে চোখ যখন অপেক্ষাকৃত স্বল্পালোকিত কোন জায়গায় প্রবেশ করে, তখন সবকিছুই প্রায় অন্ধকার দেখে। এ ঘটনা ঘটে কারণ নির্দিষ্ট উপরিতলযুক্ত চক্ষুতারকা, এতক্ষণ যা আলোকোজ্জ্বল কোন শাদা বস্তুর উপর নিবদ্ধ ছিল, তখন এতটাই সঙ্কুচিত হয়ে পড়ে যে তার আয়তনের তিন-চতুর্থাংশেরও বেশি হারিয়ে ফেলে, এবং দৃষ্টিশক্তিও সেই অনুপাতে হ্রাস পায়। যদিও এক্ষেত্রে তুমি বলতে পারো যে তাহলে ছোট্ট কোন পাখি যখন নিচের দিকে নামে, তখন তুলনামূলকভাবে দেখে অনেক কম, তার চোখের তারার ক্ষুদ্রত্বের কারণে কোন শাদা জিনিশকে তখন দেখছে হয়তো কালো! এর উত্তরে আমি বলব যে এক্ষেত্রে মস্তিষ্কের সেই অংশ, যা শুধুমাত্র দর্শনেন্দ্রিয়ের জন্য সংরক্ষিত, তার আনুপাতিক ভরকেও আমাদের হিশেবের মধ্যে ধরতে হবে। পূর্বপ্রসঙ্গের কারণ দর্শাতে গিয়ে এ কথাও বলা যায় যে মানুষের চক্ষুতারকা চারপাশের বস্তুপুঞ্জের উজ্জ্বলতা ও ছায়াচ্ছন্নতা-সাপেক্ষে প্রসারিত ও সঙ্কুচিত হয় এবং যেহেতু প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হতে সর্বদাই কিছুটা

সময় লাগে, তাই আলো থেকে অন্ধকারে, আবার একইভাবে অন্ধকার থেকে আলোয় প্রবেশ করলে চোখ তখনই কিছু দেখতে পায় না এবং এই একটি জিনিশ চোখের ছবি আঁকার সময় ইতিমধ্যেই আমার সঙ্গে যথেষ্ট প্রতারণা করেছে, আবার তার থেকেই আমি এ কথা শিখেছি।

৩৭

সূর্য ও অন্যান্য আলোকদীপ্ত বস্তুর গতির সাপেক্ষে চক্ষুতারকার প্রসারণ ও সঙ্কোচন-সম্পর্কিত পরীক্ষা । আকাশ যত অন্ধকার, নক্ষত্ররাশি ততই বৃহদাকার বলে মনে হয়, অথচ মধ্যবর্তী বায়ুস্তর যদি আলোকিত হয় তাহলে ঐ নক্ষত্ররাশি অনেক ক্ষুদ্রাকার বলে মনে হবে। চোখ ও আলোকিত বস্তুর মধ্যস্থিত বায়ুস্তরে আলোর পরিমাণসাপেক্ষে চোখের তারা যে প্রসারিত ও সঙ্কুচিত হয়, এই পার্থক্য সে কারণেই ঘটে। এবার পরীক্ষা করে দেখা যাক — কোন নক্ষত্রের দিকে তাকানোর সময়ে মাথার উপর একটি মোমবাতি ধরো, এখন ঐ নক্ষত্র থেকে যে-পথে তোমার চোখে আলোকরশ্মি আসছে, মোমবাতিটিকে ধীরে-ধীরে নিচু করে সেই জায়গায় আনো, দেখবে যে ঐ নক্ষত্র তখন এতটাই ছোট হয়ে এসেছে যে তুমি আর তাকে প্রায় দেখতেই পাচ্ছ না।

৩৮

খোলা জায়গায় সূর্যের প্রতি ডিগ্রি গতি-পরিবর্তনের সঙ্গে-সঙ্গে চক্ষুতারকার আয়তনও পরিবর্তিত হয়; এবং প্রতি ডিগ্রি পরিবর্তনসাপেক্ষে একই বস্তু বিভিন্ন আকারে দৃশ্যমান হয়। যদিও অধিকাংশ সময়েই চারপাশের বস্তুরাশির তুলনামূলক পরিমাপ কোন বিশেষ বস্তুর ক্ষেত্রে এই পরিবর্তনের হার আমাদের বুঝতে দেয় না।

৩৯

চোখ, যা যাবতীয় বস্তুকেই উল্টো করে দেখে, সমস্ত প্রতিচ্ছবি বা প্রতিবিম্বকে অন্তত কিছু সময় ধরে রাখে। এই সূত্র ফলাফলেই প্রমাণিত; দেখা যায় আলোর দিকে তাকালে চোখ তার ছাপ কিছুক্ষণ ভুলতে পারে না। আলোর দিকে তাকানোর পর চোখে তার তীব্র উজ্জ্বলতার প্রতিবিম্ব থেকে যায়, এর ফলে তার চেয়ে স্বল্পোজ্জ্বল কোন বিন্দুকে ততক্ষণ মনে হয় যেন অন্ধকার, যতক্ষণ না চোখ জোরালো আলোর শেষ ছাপটুকু পর্যন্ত হারায়।

২

রৈখিক পরিপ্রেক্ষিত

৪০

চিত্রবিদ্যা প্রসঙ্গে

পরিপ্রেক্ষিত: সাধারণ মন্তব্য

চিত্রবিদ্যায় পরিপ্রেক্ষিতই হলো শ্রেষ্ঠ পথপ্রদর্শক।

৪১

পরিপ্রেক্ষিতবিদ্যার এমনই গুণ যে এর সাহায্যে সমতল ও দ্বিমাত্রিক বস্তুকে ঈষৎ নতোন্নত ও ত্রিমাত্রিক হিশেবে, আবার নতোন্নত ও ত্রিমাত্রিক বস্তুকে একেবারে সমতল ও দ্বিমাত্রিক বস্তু হিশেবে উপস্থিত করা যায়।

৪২

পরিপ্রেক্ষিতের উপাদানসমূহ: বিন্দু প্রসঙ্গে

পরিপ্রেক্ষিতের যাবতীয় সমস্যাকে গণিতজ্ঞের পাঁচটি উপাদানের সাহায্যে সমাধান করা যায়। যথা বিন্দু, রেখা, কোণ, বহিরঙ্গের ক্ষেত্রতল বা উপরিতল এবং ঘনক। বিন্দু এক অদ্বিতীয় বস্তু, যার উচ্চতা নেই, বেধ নেই, দৈর্ঘ্য নেই, গভীরতাও নেই; সুতরাং তা অবিভাজ্য ও আয়তনহীন। রেখা তিনপ্রকার — সরল, বক্র ও সর্পিল; তার বেধ নেই , উচ্চতা নেই, কোন গভীরতা নেই। দৈর্ঘ্যের দিক থেকে ছাড়া রেখাও অবিভাজ্য এবং তার দু'দিকের শেষপ্রান্ত আসলে দুটি বিন্দু। কোণ হলো কোন বিন্দুতে দুটি রেখার সংযোগ বা মিলন।

৪৩

বিন্দু রেখার অংশ নয়।

৪৪

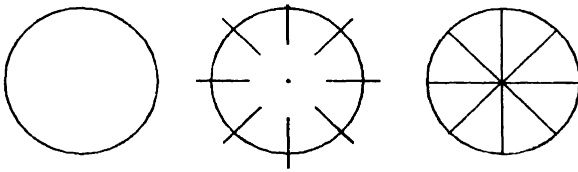
প্রাকৃতিক বিন্দু প্রসঙ্গে

ক্ষুদ্রতম প্রাকৃতিক বিন্দুও যাবতীয় গাণিতিক বিন্দুর চেয়ে বড়। এ কথা প্রমাণিত সত্য, কেননা প্রাকৃতিক বিন্দুর ক্রমান্বিত এক ধারাবাহিকতা রয়েছে এবং যা-কিছুই ধারাবাহিক, তা-ই অসংখ্য

বার বিভাজ্য; কিন্তু গাণিতিক বিন্দু অবিভাজ্য কারণ তার কোন মাপ নেই, আয়তন নেই।

৪৫

১. বহিরঙ্গের ক্ষেত্রতলকে বলা যায় কোন অবয়বের বন্ধনসীমা। ২. এই বন্ধনসীমা অবয়বের অংশ নয়। ৪. একটি অবয়বের সীমা হলো তা-ই, যেখান থেকে আর-একটি অবয়বসীমার আরম্ভ হয়। ৩. যা অবয়বের অংশ নয় তা আসলে কিছুই নয়, নির্বস্তুক শূন্যতা। নির্বস্তুক শূন্যতা আয়তনহীন।



বৃত্তের মধ্যে কোন একক বিন্দু স্থাপন করলে তা অসংখ্য রেখার যাত্রারম্ভ বা যাত্রাশেষের বিন্দু হতে পারে, যার থেকে পৃথক আরও অসংখ্য বিন্দু রয়েছে এবং এ সমস্ত বিন্দুই যখন পুনরায় মিলিত হয় তখন একটিমাত্র বিন্দুতে পরিণত হয়। সুতরাং বলা যায় যে অংশ সমগ্রের সমান।

৪৬

বিন্দু, অবিভাজ্য বলে তা কোন নির্দিষ্ট জায়গা অধিকার করে না। যা কোন স্থান বা আয়তন অধিকার করে না, তা আসলে নির্বস্তু। কোন বস্তুর বন্ধনসীমা আর-একটির প্রারম্ভসীমা। ২. কোন বস্তু যদি কোন অবয়বের অংশ না-হয়, তবে তাকে নির্বস্তু বলা যায়। ১. যার কোন বন্ধনসীমা নেই, তার কোন গড়নও নেই। একই সীমানাযুক্ত দুটি অবয়বের উপরিতল পরস্পর পরিবর্তনযোগ্য। কোন অবয়বের সার্বিক উপরিতল ঐ অবয়বের অংশ নয়।

৪৭

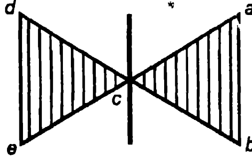
রেখার প্রকৃতি : সংজ্ঞা

রেখা সম্পর্কে

রেখার স্বকীয় কোন ইহবস্তু বা অন্তর্বস্তু নেই, প্রকৃত কোন বস্তুর চেয়ে তাকে কাল্পনিক ভাবচ্ছবি বলাই শ্রেয়ো। এহেন চরিত্রের কারণে তা কোন আয়তনও অধিকার করে না। সুতরাং মনে করা

যায় যে অসংখ্য রেখা পরস্পরকে ছেদ করছে একটি বিন্দুতে, যার কোন মাত্রায়তন নেই এবং যা একটি একক রেখার মতো বেধবিশিষ্ট (যদি অবশ্য তাকে আদৌ বেধ বলা যায়)।

কোন বহিরঙ্গিক সীমা যে একটি বিন্দুতে শেষ হয় এই সিদ্ধান্তে আমরা কীভাবে পৌছতে পারি?



একটি কৌণিক তলকে পরিণত করা হলো একটি বিন্দুতে, যা শেষ হয় একটি কোণে। অথবা, ঐ কোণের দুটি দিক যদি একটি সরলরেখায় রূপান্তরিত হয়, তাহলে ঐ কোণ ছাড়িয়ে আর-একটি তলের সৃষ্টি হয়, যা প্রথমটির চেয়ে ছোট, তার সমান বা তার চেয়ে বড় হতে পারে।

৪৮

বস্তুর রূপরেখা বা পরিলেখ অঙ্কন প্রসঙ্গে

প্রত্যেক বস্তুর রূপরেখার গড়ন ও তার তরঙ্গধর্মিতা গভীর যত্নের সঙ্গে নিরীক্ষণ করো। এই তরঙ্গধর্মিতা খিলানাকার উত্তলতা, না কৌণিক অবতলত্ব তা অবশ্য পৃথকভাবে অধ্যয়নের বিষয়।

৪৯

রূপরেখার প্রকৃতি

কোন অবয়বের বহিঃসীমা তার অন্তিম বৈশিষ্ট্য। এই প্রস্তাব প্রমাণিত সত্য, কেননা কোন বস্তুর বহিঃসীমা মানে তার উপরিতল, যা ঐ বহিঃসীমায় আবদ্ধ বস্তুর অংশ নয়, আবার ঐ বস্তুর চারপাশের বায়ুমণ্ডলেরও অংশ নয়, বরং বায়ুমণ্ডল ও অবয়বের মধ্যে স্থাপিত (বিভাজক) মাধ্যম মাত্র, যা তার স্থানিক বৈশিষ্ট্যেই স্পষ্ট। কিন্তু এই সমস্ত অবয়বের পার্শ্বীয় সীমা হলো সেই রেখা যা বহিঃসীমার সূচক এবং এমন সূক্ষ্ম যে প্রায় অদৃশ্য। সুতরাং হে চিত্রকর, তোমার অঙ্কিত অবয়বগুলি রেখায়িত কোর না, বিশেষত যখন প্রকৃতির চেয়ে ক্ষুদ্রাকাবে বস্তুগুলি আঁকবে।

কেননা তখন শুধু যে তাদের বহিঃস্থ রূপরেখাই অস্পষ্ট হয়ে যায় তা-ই নয়, বিভিন্ন অংশও দূর থেকে প্রায় দৃষ্টির অগোচর বলে মনে হয়।

৫০

পরিপ্রেক্ষিতের সংজ্ঞা

[অঙ্কনের ভিত্তি হলো পরিপ্রেক্ষিত, যার অর্থ চোখের ভূমিকা ও কাজ সম্পর্কে স্বচ্ছ ও গভীর জ্ঞান ছাড়া আর কিছুই নয়। সোজা কথায় চোখের কাজ হলো — তার সম্মুখস্থিত যাবতীয় বস্তুর গড়ন ও বর্ণ শঙ্কু বা পিরামিডের আকারে গ্রহণ করা। আমি বলছি পিরামিডের আকারে, তার কারণ জগতে এত ক্ষুদ্র কোন বস্তু নেই যা চোখের সেই বিন্দু যেখানে এই পিরামিড গৃহীত হচ্ছে, অন্তত তার চেয়ে বড় নয়। সুতরাং তুমি যদি প্রত্যেক বস্তুর পার্শ্বসীমা থেকে এমনভাবে রেখা টানো যাতে তারা একজায়গায় মিলিত হয়, তাহলে তুমি তাদের একটি বিন্দুতে সংহত করে আনতে পারো, স্বাভাবিকভাবেই উক্ত রেখাগুলি তখন একটি পিরামিড বা শঙ্কুর আকার ধারণ করবে।

[কীভাবে রেখার পিরামিড গড়ে চোখের সম্মুখস্থ বস্তুসমূহ চোখে তাদের প্রতিবিম্ব প্রেরণ করে, পরিপ্রেক্ষিত এক্ষেত্রে ব্যবহৃত এক যৌক্তিক প্রদর্শপদ্ধতি ছাড়া কিছুই নয়। *পিরামিড* একটি শব্দ মাত্র, যা আমি প্রত্যেক বস্তুর পার্শ্বসীমা ও বহিঃসীমা থেকে উৎপন্ন এবং দূর থেকে ক্রমসংহত হয়ে একটি বিন্দুতে মিলিত রেখাসমূহের ক্ষেত্রে ব্যবহার করেছি।

[পরিপ্রেক্ষিত হলো সেই যৌক্তিক প্রদর্শপদ্ধতি, যার সাহায্যে আমরা হাতে-কলমে এবং সহজে বুঝতে পারি যে কীভাবে বস্তুসমূহ রেখার (কেন্দ্রাভিমুখী) পিরামিড গড়ে চোখে তাদের প্রতিবিম্ব প্রেরণ করে।]

পরিপ্রেক্ষিত এক যৌক্তিক প্রদর্শপদ্ধতি, যার থেকে অভিজ্ঞতা নিশ্চিতভাবে বলে দেয় যে প্রত্যেক বস্তু রেখার পিরামিডের সাহায্যে চোখে তার প্রতিবিম্ব পাঠায়; এবং একই আকৃতির বস্তু একে অপরের থেকে তাদের দূরত্ব অনুযায়ী ছোট বা বড় পিরামিড গঠন করে। রেখার পিরামিড বলতে আমি সেই সমস্ত রেখার কথা বোঝাচ্ছি, যারা কোন অবয়বের পার্শ্বসীমা বা বহিঃসীমা থেকে নির্গত হয়ে দূর থেকে ক্রমসংহত হয়ে একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে মিলিত হয়। বিন্দু অর্থাৎ যার

সূত্র ৫০ তৃতীয় বন্ধনীভুক্ত অংশটুকু লেখক মূল পাণ্ডুলিপিতে লিখেও পরে কেটে দিয়েছিলেন। এখানে, পরবর্তী অংশের ভূমিকা হিশেবে তা পড়া যায় বলে বাদ দেওয়া হয়নি।

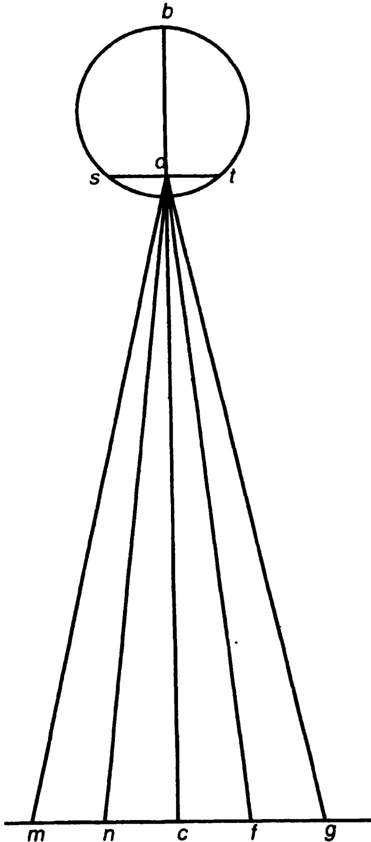
কোন মাত্রায়তন নেই, যা অবিভাজ্য, এবং সেই বিন্দু যখন চোখে স্থাপিত হয় তখন তা শঙ্কুর যাবতীয় বিন্দু গ্রহণ করে।

৫১

সম্মুখস্থ বস্তু চোখ কীভাবে দেখতে পায়

দৃষ্টিকোণের উপর বস্তুর ধারণা নির্ভরশীল

ধরা যাক, পাশের গোলকটি অক্ষিগোলক এবং গোলকের যে-ক্ষুদ্রাংশ st-রেখা দ্বারা বিভক্ত হয়েছে, তা অক্ষিতারকা। অক্ষিতারকার মাধ্যমে অক্ষিকেন্দ্রে প্রতিফলিত যাবতীয় বস্তু মুহূর্তের মধ্যে স্ফটিকস্বচ্ছ তরলের ভিতর দিয়ে অক্ষিতারকায় প্রবেশ করে, যা আলোয় উদ্ভাসিত কোন বস্তুকে দেখার ক্ষেত্রে কোন বাধার সৃষ্টি করে না। অক্ষিতারকা আলোর সাহায্যে বস্তুর চিত্র গ্রহণ করার সঙ্গে-সঙ্গে ab-রেখার পথে তা বোধশক্তির কাছে প্রেরণ করে। জানা প্রয়োজন যে আলোয় উদ্ভাসিত বস্তু ছাড়া অন্য কোন কিছুই অক্ষিতারকা নিখুঁতভাবে বোধ বা সাধারণ বুদ্ধির কাছে পাঠাতে পারে না, যা সেখানে ধরা যাক bc-রেখার পথে পৌছয়। কেননা, যদিও অক্ষিতারকা mn এবং fg-কে দেখতে পায়, তথাপি তাদের সেভাবে গ্রহণ করে না, যেহেতু তারা ab-রেখার সঙ্গে ঠিক যথার্থভাবে মেলে না। প্রমাণ হলো যে উপরে চিত্রিত চক্ষুটি যদি তার সম্মুখস্থিত হরফগুলিকে বিচার করতে যায়, তাহলে তাকে প্রত্যেকটি হরফকে আলাদা করে দেখতে হবে; কেননা যতক্ষণ না তারা ac-রেখার মতো ab-রেখায় মিলিত হচ্ছে, ততক্ষণ তাদের পৃথকভাবে চিহ্নিত করা তার পক্ষে সম্ভব নয়। যাবতীয় দৃশ্যমান বস্তুই পিরামিডাকৃতি রেখায় চোখে



পৌঁছয় এবং অক্ষিতারকার কেন্দ্রে পিরামিডের বিন্দুটি হলো তার কেন্দ্র ও শীর্ষবিন্দু, ছবিতে চিত্রিত হয়েছে যেমন।

৫২

দৃষ্টির পিরামিডের অস্তিত্ব বিষয়ে পরীক্ষামূলক প্রমাণ

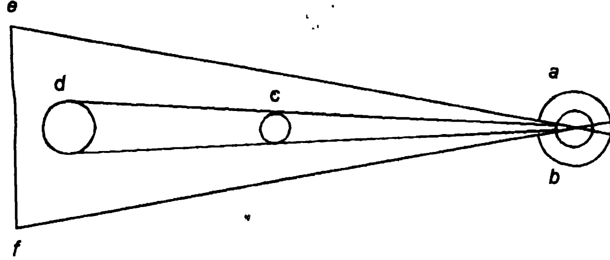
পরিপ্রেক্ষিত, অভিজ্ঞতায় সমর্থিত এক যৌক্তিক প্রদর্শপদ্ধতি, যা দেখায় যে যাবতীয় বস্তু চোখে তাদের প্রতিচ্ছবি পাঠায় রেখার পিরামিড গড়ে।

রেখার পিরামিড বলতে আমি বুঝি সেই সমস্ত রেখা, যা কোন অবয়বের পার্শ্ব ও বহিঃসীমা থেকে শুরু হয়ে দূর থেকে ক্রমে সংহত হয়ে একটি বিন্দুতে মিলিত হয় এবং এই বিন্দু, বর্তমান দৃষ্টান্তে আমি দেখাব যে চোখের মধ্যে স্থাপিত, এবং চোখই যাবতীয় বস্তুর সার্বিক বিচারক। বিন্দু বলতে যাকে ভাগ করা যায় না, আমি তাকেই বোঝাচ্ছি, সুতরাং চোখের মধ্যে স্থাপিত এই বিন্দু অবিভাজ্য বলে তার চেয়ে ক্ষুদ্র কোন অবয়বকে দেখতে পায় না। এই যখন ঘটনা, তখন বস্তু থেকে নির্গত ও বিন্দুতে সংহত রেখাসমূহ যে একটা পিরামিডের আকার ধারণ করবে, এ অবধারিত। এখন কোন লোক যদি প্রমাণ করতে চায় যে দৃষ্টিক্ষমতা এই বিন্দুতে নয়, থাকে অক্ষিতারকার মধ্যভাগে দৃশ্যমান কৃষ্ণবিন্দুতে, তাহলে আমি উত্তরে বলব যে কোন ক্ষুদ্র বস্তুও সেক্ষেত্রে দূরত্বজনিত কারণে হ্রাস পাবে না, সেটা যব বা ওটের দানা বা ঐ জাতীয় যা কিছুই হোক না কেন, চোখের ঐ কৃষ্ণবিন্দুর চেয়ে তা যদি আকারে বড় হয় তাহলে তার সম্পূর্ণ অংশ



কিছুতেই দেখা সম্ভব নয়। উপরের ছবিতেই তা স্পষ্ট হবে। ধরা যাক, a হলো দৃষ্টিবিন্দু, be-রেখা চোখে পৌঁছয়। ed হলো ঐ রেখার ভিতর শস্যদানার অবস্থান। পরিষ্কার দেখা যাচ্ছে, দূরত্বের কারণেও এখানে তা হ্রাস পায়নি এবং mn-অবয়বের সম্পূর্ণ অংশও এক্ষেত্রে দৃষ্টিগোচর হচ্ছে না। অতএব স্বীকার করতে হবে যে চোখের মধ্যে একটি একক অবিভাজ্য a-বিন্দু রয়েছে, যে-বিন্দুতে বস্তু থেকে উৎপন্ন রেখার পিরামিডের যাবতীয় বিন্দু মিলিত হয়, যেমন দেখানো হয়েছে নিচের ছবিতে।

সূত্র ৫১ এখানে স্পষ্টতই চোখকে স্থিব ও নিশ্চল এক বস্তু হিশেবে গ্রহণ কবা হয়েছে।

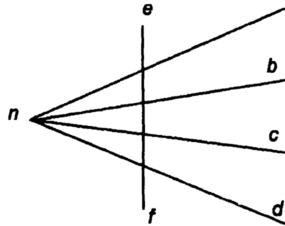


ধরা যাক ab হলো চোখ, তার কেন্দ্রে রয়েছে উপরে উল্লিখিত ঐ বিন্দুটি। যদি ef-রেখা প্রতিবিম্ব হিশেবে চোখের অতিক্ষুদ্র এই উন্মুক্ত পথে প্রবেশ করতে চায়, তাহলে স্বীকার করতে হবে যে হ্রাসপ্রাপ্ত না-হলে কোন ক্ষুদ্রতম বস্তুর পক্ষেও তার চেয়ে ক্ষুদ্র কোন ছিদ্রপথে প্রবেশ করা সম্ভব নয়, আর হ্রাস পেতে হলে অবশ্যই তাকে পিরামিডের আকার ধারণ করতে হবে।

৫৩

পরিপ্রেক্ষিত

পরিপ্রেক্ষিত আসে যেখানে স্বাভাবিক বিবেচনা কাজ করে না, যেমন দূরত্বজনিত কারণে বস্তুর হ্রাসপ্রাপ্তি। চোখের পক্ষে একটি নির্দিষ্ট বস্তুর তুলনায় আর-একটি কতটা কাছে আছে, কিছুতেই নিখুঁতভাবে তার বিচার করা সম্ভব নয়, যদি তা সমানাকৃতির হয়, এবং যেদিক থেকে তাদের দেখা হচ্ছে সেদিকে যদি নিকটস্থ বস্তুটির শীর্ষদেশ চোখের সমতলে অবস্থান করে। একমাত্র উল্লম্ব তলেই তা সম্ভব, আর তা-ই হলো পরিপ্রেক্ষিতের বিধিসম্মত মান এবং তার পথপ্রদর্শক।



ধরা যাক, n হলো চোখ, ef উপরে উল্লিখিত উল্লম্ব তল। abcd উপর থেকে নিচে পরপর তিনটি ভাগ। যদি an ও cn-রেখাদ্বয় নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট হয় এবং n-চোখ যদি থাকে কেন্দ্রে, তাহলে ab-কে bc-র মতো বৃহদাকার দেখাবে। n থেকে cd নিচে এবং দূরে অবস্থিত, সুতরাং

দেখাবে ক্ষুদ্রাকার। মুখমণ্ডলের তিনটি ভাগের ক্ষেত্রেও একই ঘটনা ঘটে যখন চিত্রকরের চোখ যে-ব্যক্তির ছবি আঁকা হচ্ছে, তার চোখের সঙ্গে একই তলে অবস্থান করে।

৫৪

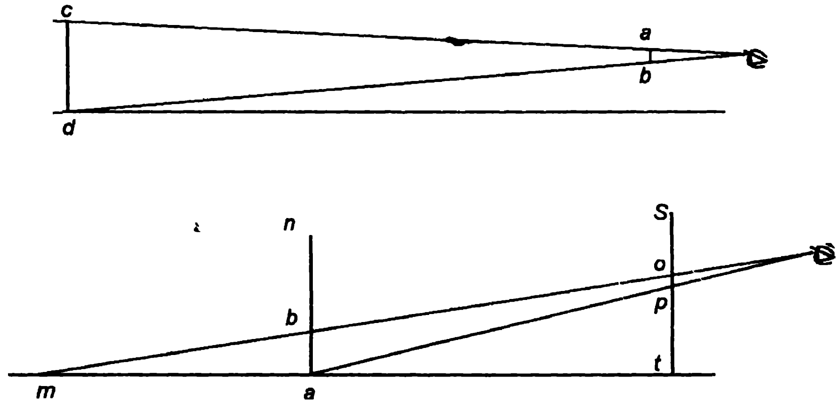
বস্তুর প্রতিবিম্ব কীভাবে চোখে পৌঁছয়, তার প্রমাণ প্রসঙ্গে

যদি তুমি সূর্য বা ঐ জাতীয় কোন আলোকদীপ্ত বস্তুর দিকে তাকাও এবং তারপর চোখ বন্ধ করো, তাহলে চোখের ভিতরে দীর্ঘ সময় ধরে তা পুনরায় দেখতে পাবে। প্রতিবিম্ব যে চোখের ভিতরে প্রবেশ করে, এই হলো তার প্রত্যক্ষ প্রমাণ।

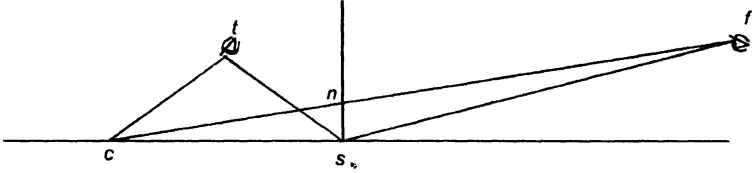
৫৫

পরিপ্রেক্ষিতের বিভিন্ন উপাদান

যাবতীয় বস্তু তাদের প্রতিবিম্ব পিরামিডের আকারে চোখে প্রেরণ করে এবং এই পিরামিড চোখের যত কাছে পরস্পরকে ছেদ করে, বস্তুর প্রতিবিম্ব ততই ছোট বলে মনে হয়। সুতরাং



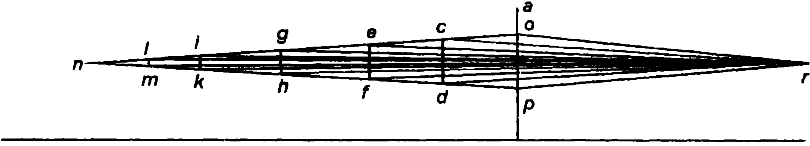
তুমি একটি উল্লম্ব তলের সাহায্যে পিরামিডটিকে অন্তর্বিভক্ত করতে পারো, যা পিরামিডের নিম্নতল পর্যন্ত পৌঁছয়, যেমন an-তলের সাহায্যে তা দেখানো হয়েছে।



f -চোখ এবং t-চোখ আসলে একই; এখানে f-চোখ দূরত্বসূচক, অর্থাৎ বস্তু থেকে কত দূরে তুমি দাঁড়িয়ে আছ; এবং t-চোখ তার অভিমুখসূচক, অর্থাৎ বিপরীত দিক থেকে, নাকী কোন এক পাশ থেকে, অথবা তির্যকভাবে তুমি বস্তুর দিকে দেখছ। মনে রাখতে হবে যে f-চোখ ও t-চোখকে সর্বদা একই তলে রাখতে হবে। দৃষ্টান্তস্বরূপ, যদি তুমি দূরত্ববিন্দু f থেকে চোখ উপরে তোল বা নিচে নামাও, তাহলে অভিমুখবিন্দু t-এর ক্ষেত্রেও তোমাকে একই কাজ করতে হবে। এবং যদি f-বিন্দু বর্গতল থেকে চোখ কত দূরে অবস্থিত সে কথা জানায়, কিন্তু কোন্ দিকে তা অবস্থিত এ কথা না-জানায় — এবং একইভাবে, যদি t-বিন্দু অভিমুখের কথা বলে কিন্তু দূরত্বের ধারণা না-দেয়, তাহলে উভয়ের বিষয়ে জানতে তোমায় উভয় বিন্দুই ব্যবহার করতে হবে, এবং তারা এক ও অদ্বিতীয়ই হবে। যদি f-চোখ কোন নিখুঁত বর্গক্ষেত্র দেখে, যার সমস্ত দিক s ও c-দূরত্বের সমান এবং যদি চোখের নিকটতম দিকে rs উল্লম্ব রেখা-বরাবর একটা খাড়া দণ্ড স্থাপন করা যায় বা ঐ জাতীয় কোন উল্লম্ব বস্তু, তাহলে আমি বলব যে নিকটতম দিক থেকে যদি তুমি ঐ বর্গক্ষেত্রটির দিকে তাকাও, তবে তা rs-উল্লম্ব তলের নিম্নাংশে দৃশ্যমান হবে এবং তারপর যদি দূরের দিকে তাকাও, তাহলে তা উল্লম্ব তল-বরাবর n-বিন্দুর উচ্চতায় দৃশ্যমান হবে। সুতরাং এই উদাহরণের সাহায্যে তুমি বুঝতে পারলে যে একই তলে পর-পর স্থাপিত বিভিন্ন বস্তুর চেয়ে উচ্চতর তলে যদি চোখ থাকে, তাহলে তারা যত দূরে-দূরে স্থাপিত হয়, ততই উঁচু বা দীর্ঘ বলে মনে হয় — অবশ্য চোখের তল-বরাবর উঁচু, তার চেয়ে বেশি উঁচু নয়; কেননা যে-তলের উপর পা রেখে তুমি দাঁড়িয়ে আছ, তা যদি অনন্ত অবধি বিস্তৃত হয়, যতক্ষণ পর্যন্ত তা সমতল, তার উপরে স্থাপিত বস্তু কখনওই চোখের চেয়ে উপরে আছে বলে মনে হবে না; যেহেতু চোখের ভিতরেই আছে সেই বিন্দু, যার দিকে সমস্ত শঙ্কু এগিয়ে গিয়ে, মিলিত হয়ে চোখে বস্তুর প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করছে। এই বিন্দুটি সর্বদাই যত দূর পর্যন্ত আমরা দেখতে পাই সেই হ্রস্বতম অন্তিম বিন্দুর সঙ্গে মিলিত হয় এবং প্রথম পিরামিডের ভিত্তিতল থেকে ক্রমহ্রাসমান বিন্দু পর্যন্ত এক্ষেত্রে শুধু পিরামিডহীন ভিত্তিতলগুলি দেখা যাবে, যা ঐ বিন্দু পর্যন্ত ক্রমাগত হ্রাস পায়।

অদৃশ্যায়নের বিন্দু ও দূরত্ববিন্দুর সম্পর্ক

৫৬



এবং প্রথম ভিত্তিতল থেকে যেখানে উল্লম্ব তলটি অক্ষিবিন্দুর অভিমুখে স্থাপিত হয়েছে সেখানে ভিত্তিতল ছাড়া শুধু পিরামিডই দেখা যাবে, যেমন উপরে চিত্রিত দৃষ্টান্তে দেখানো হয়েছে। এখন ধরা যাক ab হলো ঐ উল্লম্ব তল, r পিরামিডের শীর্ষবিন্দু, যা চোখে গিয়ে শেষ হয় এবং n হলো হ্রাসমানতার অন্তিম বিন্দু যা সবসময় চোখের বিপরীতে সরলরেখায় অবস্থিত এবং চোখের সঙ্গে-সঙ্গে তা নড়াচড়া করে,—ঠিক যেমন কোন লাঠি নড়লে তার ছায়াও নড়ে, তার সঙ্গে-সঙ্গেই নড়ে, অথবা যেমন শরীরের সঙ্গে নড়ে তার ছায়া। এক্ষেত্রে প্রত্যেকটি বিন্দুই পিরামিডের শীর্ষবিন্দু, প্রত্যেকটিই অন্তর্ভেদী উল্লম্ব তল-সহ সাধারণ এক ভিত্তিতলে যুক্ত। কিন্তু তাদের ভিত্তিতল সকলের এক হলেও কোণগুলি এক নয়, কেননা চোখের চেয়ে ক্রমহ্রাসমান বিন্দুটি যেখানে শেষ হচ্ছে, সেখানে উৎপন্ন কোণটি ক্ষুদ্রতর। যদি তুমি প্রশ্ন করো যে "কী জাতীয় প্রাকৃত অভিজ্ঞতায় এই বিন্দুগুলি দেখানো যায়?" — তাহলে এই ক্রমহ্রাসমান বিন্দু যা তোমার সঙ্গে-সঙ্গে চলে সে প্রসঙ্গে আমি বলব যে লাঙলচষা ক্ষেতের পাশ দিয়ে হাঁটার সময় যদি তুমি লাঙলের রেখাগুলি অনুসরণ করো, দেখবে যে প্রত্যেক জোড়া লাঙলরেখা ক্রমেই যেন পরস্পরের কাছাকাছি আসার চেষ্টা করছে এবং দূর প্রত্যন্তে তোমার মনে হচ্ছে যেন তা মিলেও যাচ্ছে।

সূত্র ৫৫ প্রথম দুটি ছবিব ব্যাখ্যা এই সূত্রেব প্রথম পাঁচ লাইনেই সম্পূর্ণ। ছবিতে যদিও পাঠ্যাংশেব চেয়ে অনেক বেশি অক্ষবেব সমাবেশ লক্ষণীয়। লিওনার্দোব এই খেবোখাতায় অবশ্য পবেও আমাদেব বহুবাব এ ঘটনাব সম্মুখীন হতে হবে। পববর্তী অংশ তৃতীয় ছবির ব্যাখ্যা। বোঝাব সুবিধার জন্য এখানে cs -কে অনুভূমিকভাবে স্থাপিত একটি বর্গাকার সমতলের প্রস্থচ্ছেদ বা পার্শ্বচিত্র হিশেবে গ্রহণ করতে হবে।

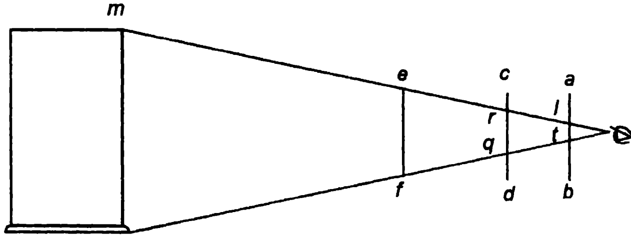
সূত্র ৫৬ আগেব ছবিব cs এই সূত্রের সঙ্গে যুক্ত ছবিটির ক্ষেত্রে cdop দ্বাবা চিহ্নিত। ab-কে অবশ্যই এক্ষেত্রে op-তে উল্লম্বভাবে স্থাপিত একটি কাঁচেব সমতলখণ্ড বলে মনে কবতে হবে।

৫৭



দৃষ্টির পিরামিড : পরিমাপ কীভাবে করবে

অক্ষিবিন্দু প্রসঙ্গে — এভাবে তা আরও বোধগম্য করা যায়: তুমি যদি অন্য কারও চোখের দিকে তাকাও তোমারই নিজের প্রতিবিম্ব দেখতে পাবে সেখানে। এখন, মনে করো তোমার দুটি কান থেকে দুটি রেখা শুরু হয়ে অন্যজনের চোখে যে-প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়েছে, সেই বিম্বিত কানের দিকে যাচ্ছে। বুঝতে পারবে যে সমকেন্দ্রাভিমুখী ঐ দুটি রেখা গিয়ে মিলছে ঐ চোখে প্রতিফলিত তোমার প্রতিবিম্ব পেরিয়ে আর কোন বিন্দুতে। এখন, যদি তুমি দৃষ্ট বস্তু ও চোখের মধ্যেকার বায়ুমণ্ডলে কল্পিত পিরামিডের ক্রমহ্রাসমানতা মাপতে চাও, তাহলে তোমাকে নিচের ছবি অনুযায়ী তা করতে হবে।



ধরা যাক mn একটি স্তম্ভ আর cf একটি দণ্ড, যার প্রান্তদুটি সামনে-পিছনে সরিয়ে স্তম্ভের সঙ্গে মেলাতে হবে। তারপর তাকে চোখের আরও কাছে cd-তে নিয়ে এসো, দেখবে ঐ স্তম্ভের প্রতিচ্ছবি যেন তুলনায় অনেক ছোট বলে মনে হচ্ছে (যেমন ro-তে)। এবার দণ্ডটিকে আরও কাছে নিয়ে এসো, দেখবে যে দণ্ডটি স্তম্ভের প্রতিচ্ছবিকে ছাড়িয়ে যেন অনেক বড় হয়ে উঠেছে, a থেকে b-তে, এবং t থেকে b-তে। অতএব, সিদ্ধান্তে আসা যায় যে সামান্য দূরত্বেই রেখাগুলি অবশ্যই একটি বিন্দুতে ক্রমসংহত হয়।

৫৮

পরিপ্রেক্ষিত

দৃষ্টির পিরামিড সৃষ্টি

পরিপার্শ্ব যে-মুহূর্তে আলোকোদ্ভাসিত হয়ে ওঠে, অসংখ্য প্রতিমূর্তিতে তা ভরে ওঠে, যা ঐ স্থানে সম্মিলিত নানান বস্তু ও বর্ণের কারণে উৎপন্ন হয়। এবং চোখ হলো তার চাঁদমারি, যেন চুম্বক, ঐ সব প্রতিমূর্তির।

৫৯

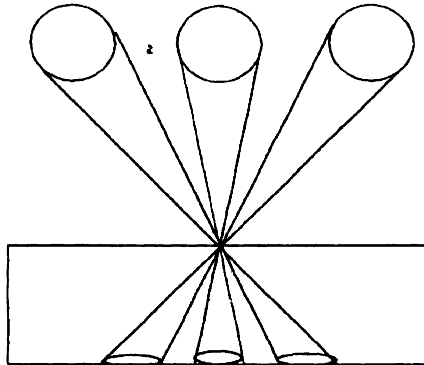
অস্বচ্ছ বস্তুরাশির সমগ্র উপরিতল বা পৃষ্ঠতল তাদের সামগ্রিক প্রতিচ্ছবি প্রদর্শন করে আলোকোদ্ভাসিত আবহমণ্ডলে, যা চারিদিক থেকে তাদের ঘিরে আছে।

৬০

আবহমণ্ডল নিজেই তার মধ্যে স্থিত যাবতীয় বস্তুর প্রতিচ্ছবি নিজের দিকে আকর্ষণ করে, প্রায় চুম্বকের মতো, এবং শুধু তাদের আকৃতি নয়, এমনকী তাদের প্রকৃতিও উষ্ণ ও আলোকদীপ্ত সূর্য বোধ হয় পরিষ্কার দেখতে পায়। আবহমণ্ডল, যা সর্বব্যাপী, আলো ও তাপ শোষণ করে, এবং নিজের মধ্যেই ঐ তাপ ও ঔজ্জ্বল্যের মূল উৎস যা, তার প্রতিচ্ছবির প্রতিফলন ঘটায়, এমনকী ক্ষুদ্রতম অংশেও তার অন্যথা ঘটে না। উত্তর মেরু ঐ একইভাবে আকর্ষণ করে, চুম্বকে যা প্রতীয়মান; চাঁদ এবং অন্যান্য গ্রহও কোনরকম ক্ষয়বৃদ্ধি ছাড়াই যেমন করে থাকে। প্রাকৃতিক বস্তুর মধ্যে কস্তুরী ও অন্যান্য গন্ধদ্রব্যেও তা লক্ষণীয়।

৬১

যাবতীয় বস্তু একসঙ্গে এবং প্রত্যেকে আলাদাভাবে, তাদের চারপাশের আবহে অসংখ্য প্রতিচ্ছবি প্রেরণ করে, যা সর্বব্যাপী ও স্বয়ংসম্পূর্ণ এবং যা তাদের সৃষ্টি করেছে প্রত্যেকে সেই উৎসবস্তুর প্রকৃতি, আকৃতি এবং বর্ণের স্বরূপ ব্যক্ত করে।



এ ঘটনা পরিষ্কার দেখানো যায় যে তাদের প্রতিচ্ছবি মারফৎ যাবতীয় বস্তু চারপাশের আবহে সর্বব্যাপী, এবং প্রত্যেকে তার গঠনাকৃতি ও বর্ণের দিক থেকে স্বয়ংসম্পূর্ণ। একটি ক্ষুদ্র ছিদ্র দিয়ে (অনুপ্রবিষ্ট ও) পুনরুৎপাদিত বিভিন্ন বস্তুর প্রতিচ্ছবির সাহায্যে এ ঘটনা প্রত্যক্ষ করা যায়। যে-ছিদ্র দিয়ে বস্তুসমূহ তাদের প্রতিচ্ছবি প্রেরণ করে, রেখাগুলি সেখানে পরস্পরকে ছেদ করে এবং তৈরি করে উল্টো পিরামিড, যাতে যেখানে তারা প্রথম প্রতিফলিত হয় সেই অন্ধকার তলে তাদের উল্টোমুখী ছবি তৈরি হতে পারে। তার কারণ হলো — (অসমাপ্ত

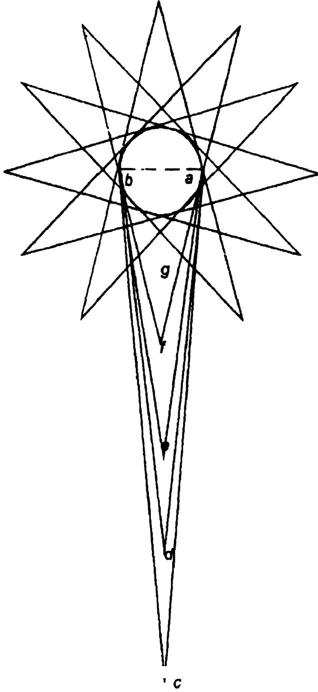
৬২

প্রতিটি বিন্দুই হলো অসংখ্য রেখার সমাপ্তিস্থল, যা বিকীর্ণ হয়ে তৈরি করে ভিত্তিতল এবং সেইমুহূর্তে ভিত্তিতল থেকে ঐ একই রেখা ক্রমসংহত হয়ে রূপ পায় বর্ণ ও আকৃতি-প্রকাশক পিরামিডে। যে-মুহূর্তে কোন রূপগঠনের সৃষ্টি বা সংযোজন ঘটে সেইমুহূর্তে অসংখ্য রেখা ও কোণের উৎপত্তি হয় সেখানে, চারপাশের আবহে নিজেদের তারা বণ্টন করে ও ছেদ করে পরস্পরকে, জন্ম দেয় পরস্পর-বিপরীতমুখী অসংখ্য কোণের। কোন নির্দিষ্ট ভিত্তিতলে প্রত্যেক বিপরীতমুখী কোণ একটি ত্রিভুজ সৃষ্টি করে যা গঠন ও অনুপাতের দিক থেকে বৃহত্তর কোণটির সমান এবং যদি পিরামিডের প্রত্যেক দুটি রেখায় ভিত্তিতল দ্বিগুণ হয়, তাহলে ক্ষুদ্রতর কোণটির ক্ষেত্রেও একই ঘটনা ঘটবে।

৬৩

আলোকিত ও ছায়াচ্ছন্ন প্রত্যেকটি বস্তু তার চারপাশের আবহ নিজের অসংখ্য প্রতিচ্ছবিতে ভরিয়ে দেয় এবং এ সমস্তই সমগ্র আবহে সমস্ত দিক থেকে অসংখ্য পিরামিড বিকীর্ণ করে কোন বস্তুকে প্রকাশ করে। দীর্ঘ রশ্মিসমাবেশ দ্বারা গঠিত এরকম প্রত্যেকটি পিরামিডের মধ্যে থাকে অসংখ্য পিরামিড এবং প্রত্যেকটিরই এককভাবে এবং সামগ্রিকভাবে থাকে সমান ক্ষমতা। সমদূরত্বসম্পন্ন দৃষ্টি-পিরামিডের একটি বৃত্ত সংশ্লিষ্ট বস্তুকে সমানাকৃতির কোণ প্রদান করে এবং সেক্ষেত্রে প্রত্যেক বিন্দুতে চোখ সমানাকৃতির বস্তু প্রত্যক্ষ করে। আবহমণ্ডল বিকীর্ণ সরলরেখায় গঠিত অসংখ্য পিরামিডে পূর্ণ যা আলোকিত বা ছায়াচ্ছন্ন বিভিন্ন বস্তুর উপরিতল থেকে

সূত্র ৬১ ছবিতে তিনটি বৃত্ত তিনটি [illegible]কদীপ্ত বস্তু হিসেবে প্রদর্শিত, যাবা দেওয়ালেব ক্ষুদ্র ছিদ্র দিয়ে তাদেব প্রতিচ্ছবি সংলগ্ন কক্ষে পাঠাচ্ছে, যে-সূত্র অনু[illegible] হচ্ছে, পবে তা আবও বিশদে বিবৃত হয়েছে। এখানে আপাতত শুধু এটুকুই বোঝানো হয়েছে যে কোন প্রদত্ত বিন্দুতে তিনটি প্রতিচ্ছবি একাঙ্গীভূত কবা যায়।



উৎপন্ন; এবং উৎস-বস্তু থেকে তা যত দূরে অবস্থিত তত বেশি সূক্ষ্মতর। কার্যত যদিও তারা পরস্পরকে ছেদ করে ও বিদ্ধ করে, তথাপি কখনও পরস্পরের সঙ্গে মিলে যায় না, বরং চারপাশের আবহের মধ্যে দিয়ে সঞ্চরিত হয়, স্বাধীনভাবে সংহত হয়, ছড়িয়ে যায় এবং বিকীর্ণ হয়। প্রত্যেকেই তারা সমান ক্ষমতা ও মূল্যসম্পন্ন, প্রত্যেকে প্রত্যেকের সমান এবং প্রত্যেকে সমগ্রের সমান। এভাবে বিভিন্ন বস্তুর প্রতিচ্ছবি সমগ্র আবহের মধ্যে দিয়ে প্রত্যেক দিকে প্রেরিত হয় এবং প্রতিটি পিরামিড তার ক্ষুদ্রতম অংশেও বস্তুর সামগ্রিক গঠনাকৃতি ধারণ করে।

৬৪

আবহমণ্ডল তার মধ্যস্থিত বিভিন্ন বস্তু থেকে উৎপন্ন অসংখ্য বিকিরণশীল পিরামিডে পূর্ণ। এই সমস্ত ত্রিপার্শ্ব শঙ্কু বা পিরামিড কোনরকম বাধার সৃষ্টি না-করে পরস্পরকে ছেদ ও বিদ্ধ করে স্বাধীন সংহতিক্রমে এবং পারিপার্শ্বিক আবহের মধ্য দিয়ে সঞ্চরিত হয়। এ সমস্তই সমান শক্তি ও মূল্যসম্পন্ন) প্রত্যেকে প্রত্যেকের ও প্রত্যেকে সমগ্রের সমান। এবং এভাবে তা সবর্ত্র ও সর্বদিকে প্রেরিত হয় এবং প্রত্যেকে এক্ষেত্রে ঐ বস্তু-সৃষ্ট তার ক্ষুদ্রতম অংশও স্বয়ং নিজের মধ্যে গ্রহণ করে থাকে।

৬৫

পরিপ্রেক্ষিত

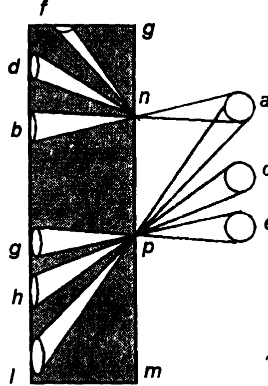
পরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণ

আবহমণ্ডল তার মধ্যে বিতরিত বস্তুরাশির অশেষ প্রতিচ্ছবিতে পূর্ণ; সমগ্র এখানে সমগ্রের মধ্যে প্রকাশিত এবং একের মধ্যে ও প্রত্যেকের মধ্যে সমগ্র প্রকাশিত, যেমন ঘটে থাকে যদি দুটি আয়না পরস্পরের ঠিক মুখোমুখি রাখা যায়। সেক্ষেত্রে প্রথমটি প্রতিফলিত হয় দ্বিতীয়টিতে এবং দ্বিতীয়টি প্রতিফলিত হয় প্রথমটিতে। প্রথমটি যখন দ্বিতীয় আয়নাটিতে প্রতিফলিত হয় তখন তার নিজের প্রতিচ্ছবিসমেত তার মধ্যে প্রতিফলিত যাবতীয় প্রতিচ্ছবিই বহন করে

নিয়ে যায়, যার মধ্যে ঐ দ্বিতীয় আয়নার প্রতিচ্ছবিও রয়েছে, এবং এইভাবে প্রতিচ্ছবির মধ্যে প্রতিচ্ছবি, পাড়ি দেয় অনন্তে, এমনভাবে যে প্রত্যেক আয়নার মধ্যে থেকে যায় আর-একটি আয়না, একটির মধ্যে আর-একটি এবং প্রত্যেক প্রতিচ্ছবি তার আগেরটির চেয়ে সর্বদাই তুলনায় ছোট হয়। এই উদাহরণের সাহায্যে এ কথা পরিষ্কার প্রমাণিত হয় যে প্রত্যেক বস্তু তার প্রতিচ্ছবি পাঠায় প্রত্যেক বিন্দুতে, যেখান থেকে বস্তুটিকে সম্পূর্ণত দেখা যায় এবং তার উল্টোটাও ঘটে, অর্থাৎ ঐ একই বস্তু স্বয়ং তার সম্মুখস্থিত যাবতীয় বস্তুর প্রতিচ্ছবি গ্রহণ করে। সুতরাং বলা যায় যে চোখও আবহমাধ্যমে তার নিজের ছবি সম্মুখস্থিত যাবতীয় বস্তুকে প্রেরণ করে এবং তাদের প্রতিচ্ছবি স্বয়ং নিজের ভিতর গ্রহণ করে, অর্থাৎ তার উপরিতলে। আর যখন সাধারণ বিবেচনাতেই তা গৃহীত হয়, তার মধ্যে থেকে তুল্যমূল্য বিচার করে আনন্দপ্রদ বস্তুগুলি ধরে রাখে স্মৃতিতে। যার থেকে আমার অভিমত এই যে চোখের মধ্যে বস্তুর অভিমুখে যেমন অদৃশ্য প্রতিচ্ছবির সৃষ্টি হয়, তেমনই বস্তুর প্রতিচ্ছবিও তৈরি হয় চোখের অভিমুখে। এবং বস্তুর প্রতিচ্ছবি অবশ্যই বিকিরিত হয় আবহের মাধ্যমে। এর একটা দৃষ্টান্ত দেখা যেতে পারে বৃত্তাকারে সজ্জিত অনেকগুলি আয়নায়, যারা পরস্পরকে প্রতিফলিত করে অন্তহীনভাবে। যখন একটি প্রতিচ্ছবি অন্যটিতে পৌঁছয়, তা আবার ফিরে আসে তার কাছে, যার থেকে সে উৎপন্ন হয়েছে এবং তারপর কিছুটা ক্ষুদ্রাকারে আবার ফিরে যায়, ফিরে আসে ফের, এই ঘটতে থাকে অন্তহীনভাবে। যদি তুমি ১ ব্র্যাচিও দূরত্বে দুটি সমতল আয়নার মাঝে একটি আলোকবর্তিকা রাখো, দেখবে যে প্রত্যেকটি আয়নায় অসংখ্য আলো, একটি আর-একটির চেয়ে অপেক্ষাকৃত ছোট, এবং এইভাবে যতদূর দেখা যায়, তার শেষ পর্যন্ত আলোর অন্তহীন সারি। রাত্রে যদি ঘরের চার-দেওয়ালের মাঝে তুমি এমনই একটি আলোর উৎস স্থাপন করো, দেখবে দেওয়ালের সর্বত্র ঐ আলোর প্রতিবিম্বে ঈষদোজ্জ্বল হয় উঠেছে। তারা ঐ আলো গ্রহণ করবে, আলোও তাদের উপর পড়বে, এ এক পারস্পরিক ক্রিয়া, অবশ্য যখন প্রতিচ্ছবি প্রেরণ ও গ্রহণের ক্ষেত্রে কোন প্রতিবন্ধকতা নেই। এই একই দৃষ্টান্ত আরও বড় মাপে দেখা যায় সূর্যরশ্মির বিতরণে, সেখানে সামগ্রিকভাবে এবং প্রতিটি রশ্মি এককভাবে বস্তুকে তাদের উৎস-বস্তুর প্রতিচ্ছবি প্রেরণ করে। প্রতিটি বস্তুই স্বয়ং ও একাকী তার স্বীয় প্রতিচ্ছবিতে পারিপার্শ্বিক আবহ ভরিয়ে দেয়, এবং ঐ আবহমণ্ডল একই সঙ্গে তার মধ্যস্থিত আরও অসংখ্য বস্তুর প্রতিচ্ছবি গ্রহণে সক্ষম— এ সমস্ত উদাহরণে এ কথা স্পষ্টত প্রমাণিত হয়। প্রত্যেক বস্তু সমগ্র আবহমণ্ডলের সর্বত্র দৃশ্যমান, সমগ্র তার প্রত্যেক ক্ষুদ্রতম অংশে দৃশ্যমান; সমস্ত বস্তু সমগ্রে এবং সমস্ত বস্তু তার প্রত্যেক ক্ষুদ্রতম অংশেও দৃশ্যমান, প্রত্যেকে সমগ্রে এবং সমগ্র প্রত্যেক অংশে দৃশ্যমান।

৬৬

বস্তুর প্রতিচ্ছবি আবহ-মাধ্যমে বিকিরিত হয়, যা আবার তাদের সমগ্রত সমস্ত দিক থেকে গ্রহণ করে। প্রমাণস্বরূপ, ধরা যাক a, c ও e হলো পৃথক তিনটি বস্তু যাদের প্রতিচ্ছবি np-ছিদ্র দিয়ে



একটি অন্ধকার কক্ষে প্রবেশ করে এবং ছিদ্রের বিপরীতে fi-তলের উপর পড়ে। বাইরে এক্ষেত্রে যতগুলি ছিদ্র আছে কক্ষের ভিতরে ঠিক ততগুলি প্রতিচ্ছবির সৃষ্টি হয়।

৬৭

সাধারণ উপসংহার

যাবতীয় বস্তু সমগ্র আবহমণ্ডলে বিকিরিত ও সম্মিলিত তাদের সামগ্রিক প্রতিচ্ছবি ও তদনুরূপ মূর্তি নিজেদের বিপরীত দিকে প্রদর্শন করে। বস্তুর উপরিতলের প্রত্যেক বিন্দুর প্রতিচ্ছবি আবহের প্রত্যেক অংশে বিদ্যমান থাকে। বস্তুরাশির সামগ্রিক প্রতিচ্ছবিও আবহের প্রত্যেক অংশে থাকে। আবহমণ্ডলের সামগ্রিক এবং প্রত্যেক অংশের প্রতিচ্ছবি উপস্থিত বস্তুরাশির উপরিতলের প্রত্যেক বিন্দুতে প্রতিফলিত হয়। অর্থাৎ বস্তুরাশির সামগ্রিক ও আংশিক উভয় প্রতিচ্ছবিই এই সমস্ত দৃশ্যমান বস্তুর উপরিতলের অংশে ও সমগ্রে বিদ্যমান থাকে। যার থেকে আমরা স্পষ্টতই বলতে পারি যে প্রত্যেক বস্তুর সামগ্রিক ও প্রত্যেক অংশের প্রতিচ্ছবি উপস্থিত প্রতিটি বস্তুর প্রত্যেক অংশ ও সমগ্রের মধ্যে থাকে এবং এক্ষেত্রে নিয়মটি পারস্পরিক বিনিময়ের। যেমন কীনা পরস্পরের বিপরীতস্থ দুটি আয়নার ক্ষেত্রে আমরা দেখেছি।

৬৮

এর বিপরীত ঘটনা অসম্ভব

নিজের থেকেই দৃষ্টিরশ্মির সাহায্যে দৃষ্টিধর্মের উন্মোচন ঘটানো চোখের পক্ষে অসম্ভব, যেহেতু যে-মুহূর্তে চক্ষু উন্মীলিত হয়, তার সম্মুখাংশ, যার থেকে এই দৃষ্টিশক্তির উদ্ভব ঘটে, সোজা দৃষ্টবস্তুর দিকে যায় এবং তার জন্য ন্যূনতম হলেও কিছুটা সময়ের প্রয়োজন। এ কারণে, চোখ যখন দেখতে চায় তখন তারপক্ষে এক মাস সময়ে সূর্য যে-পথ পরিভ্রমণ করে তত দূর দেখা সম্ভব নয়। যদি তা সূর্যে পৌঁছয় তবে অবশ্যই তাকে চোখ এবং সূর্যের মধ্যে এক ধারাবাহিক রেখায় স্থিত হতে হবে এবং এমন ভাবে সর্বদা বিকীর্ণ বা অপসৃত হতে হবে যাতে করে সূর্য ও চোখের মধ্যে একটি পিরামিডের ভিত্তি ও শীর্ষদেশ রূপায়িত হতে পারে। এ কারণে, যদি চোখের মধ্যে লক্ষ বিশ্বেরও সংস্থান ঘটে, তবু তার পক্ষে দৃষ্টি নিক্ষেপকালে সম্পূর্ণ নিঃশেষিত হয়ে যাওয়া ছাড়া উপায় নেই এবং এই দৃষ্টিশক্তি বা দৃষ্টিধর্মকে যদি গন্ধদ্রব্যের মতো পারিপার্শ্বিক আবহে পরিভ্রমণ করতে হয়, তাহলে বাতাস তাকে অবনমিত করে নিয়ে যাবে অন্য কোন স্থানে। কিন্তু আমরা বাস্তবিক পক্ষে ১ ব্র্যাচিও দূরত্বের কোন বস্তুর মতো সূর্যকেও একই ক্ষিপ্রতায় দেখি, এবং আমাদের দৃষ্টিশক্তি কখনই বায়ুপ্রবাহ বা অন্য কোন দুর্ঘটনায় ব্যাহত হয় না।

৬৯

অনুরূপ ঘটনা

জলের মধ্যে নিক্ষিপ্ত ঢিল যেমন অসংখ্য বৃত্তের কারণ ও কেন্দ্র হয়ে ওঠে, ধ্বনি যেমন বাতাসে বৃত্তাকারে আবর্তিত হয়, ঠিক তেমনই আলোকোদ্ভাসিত আবহে কোন বস্তু বৃত্তাকারে নিজেকে বিকীর্ণ করে এবং তার অসংখ্য প্রতিচ্ছবিতে পরিপার্শ্ব ভরিয়ে তোলে। এবং তা পুনরাবৃত্ত হয় — সমগ্র সর্বত্র এবং সমগ্র প্রত্যেক ক্ষুদ্রতম অংশে। এ ঘটনা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণও করা যায়, যদি পশ্চিমমুখী কোন জানালা বন্ধ করে সেখানে তুমি একটা ছিদ্র করো — (অসমাপ্ত

৭০

যদি চোখের সম্মুখস্থিত কোন বস্তু চোখে তার প্রতিচ্ছবি পাঠায়, তবে অন্যদিকে চোখও সেই বস্তুকে তার প্রতিচ্ছবি পাঠায় এবং চোখ অথবা বস্তুঘটিত কোন কারণে ঐ বস্তুর কোন অংশই ঐ নিক্ষিপ্ত প্রতিচ্ছবিতে লুপ্ত হয় না। সুতরাং এ কথা বোধহয় বিশ্বাস করাই ভালো যে এ হলো

চোখের কাজ : ক্যামেরা অবস্ক্যুরার সাহায্যে ব্যাখ্যাত

আমাদের আলোকদীপ্ত আবহমণ্ডলেরই প্রাকৃতিক ধর্ম ও ক্ষমতার প্রকাশ, যা তার অন্তর্গত বস্তুরাশির প্রকৃতির চেয়ে বরং তাদের প্রতিচ্ছবি আবহ-মাধ্যমে প্রেরণ করার জন্য আত্মস্থ করে। যদি চোখের বিপরীতে অবস্থিত বস্তু তার প্রতিচ্ছবি চোখে পাঠায়, তবে চোখও বস্তুর প্রতি ঐ একই আচরণ করে, যার থেকে মনে হয় এইসব প্রতিচ্ছবি স্বয়ম্ভূত। কিন্তু, যদি তাই হয়, তাহলে স্বীকার করতে হয় যে প্রতিটি বস্তুই দ্রুত ক্ষুদ্রতর হয়ে পড়ছে, কেননা প্রত্যেক বস্তু তার পারিপার্শ্বিক আবহে প্রতিচ্ছবির দ্বারাই প্রতিভাত হচ্ছে। অর্থাৎ সমগ্র বস্তু সমগ্র আবহে, এবং তার প্রত্যেক অংশে; যাবতীয় বস্তু সমগ্র আবহে, এবং তার প্রত্যেক অংশে প্রতিভাত হচ্ছে। আবহমণ্ডল প্রসঙ্গে বলা যায় যে বিভিন্ন বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত প্রতিচ্ছবির সরল ও বিকীর্ণ রেখা তা নিজের মধ্যে ধারণে সক্ষম। এর থেকে মনে হয় এ কথাও স্বীকার করা জরুরি যে বিভিন্ন বস্তুর অন্তর্বর্তী পারিপার্শ্বিক আবহমণ্ডলের প্রকৃতিই এই, যা তার অন্তর্গত বস্তুরাশির প্রতিচ্ছবি নিজের দিকে প্রায় চুম্বকের মতোই আকর্ষণ করে।

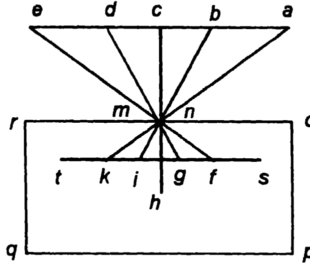
প্রমাণ করো কীভাবে নির্দিষ্ট অবস্থানে স্থিত যাবতীয় বস্তু সর্বব্যাপী এবং সমস্ত বস্তুই কীভাবে তার প্রত্যেক অংশে বিদ্যমান

আমি বলছি যে সূর্যালোকে উদ্ভাসিত কোন সৌধ, খোলা উদ্যান বা মাঠের বিপরীতে সূর্যের দিকে মুখ করে নেই এমন কোন বাড়ির সামনের দেওয়ালে তুমি যদি ছোট্ট গোল একটি ছিদ্র করো, তাহলে যাবতীয় আলোকদীপ্ত বস্তু ঐ ছিদ্রপথে তাদের প্রতিচ্ছবি নিক্ষেপ করবে এবং তা ঐ বাড়ির ভিতরে উল্টো দিকের শাদা রঙ-করা দেওয়ালে দৃশ্যমান হবে। তুমি যদি ঐ দেওয়ালে এরকম অনেকগুলি ছিদ্র করো তাহলে প্রত্যেক ক্ষেত্রেই ফলাফল হবে এক, যদিও সর্বত্রই এই প্রতিচ্ছবি হবে উল্টো। সুতরাং বলা যায় যে আলোকদীপ্ত বস্তুরাশির যাবৎ প্রতিচ্ছবি ঐ দেওয়ালের সর্বত্র, এমনকী তার ক্ষুদ্রতম অংশেও বিদ্যমান। কারণ আমরা স্পষ্টতই জানি যে ঐ ছিদ্রপথে উক্ত বাড়িতে কিছু পরিমাণ আলো প্রবেশ করে এবং ঐ আলো এক বা একাধিক আলোকোজ্জ্বল বস্তু থেকে আহৃত। যদি এই সমস্ত বস্তু বিভিন্ন বর্ণ ও আকৃতির হয়, তবে প্রতিচ্ছবি-সৃষ্টিকারী রশ্মিগুলিও হবে বিভিন্ন বর্ণের ও আকৃতির এবং দেওয়ালে তার ছবিও হবে তদনুরূপ।

৭১

কীভাবে চক্ষু-কর্তৃক গৃহীত বস্তুর প্রতিচ্ছবি তার স্ফটিকস্বচ্ছ তরলের ভিতর পরস্পরকে ছেদ করে?

চোখের ভিতর তার স্ফটিকস্বচ্ছ তরলে পরস্পরকে ছেদ করে কীভাবে বস্তুনিচয় তাদের প্রতিচ্ছবি প্রেরণ করে তা পরীক্ষা করে দেখা যায় যখন ছোট্ট একটি গোল ছিদ্রপথে আলোকোজ্জ্বল বিভিন্ন বস্তুর প্রতিচ্ছবি কোন অন্ধকার কক্ষে প্রবেশ করে। ঐ প্রতিচ্ছবিসমূহকে ঘরের ভিতরে একটি শাদা কাগজে গ্রহণ করো, ছিদ্রের অপেক্ষাকৃত কাছে কাগজটি ধরলে দেখবে যে প্রতিচ্ছবি



আকারে বেশ ছোট হলেও বস্তুগুলি সেখানে সঠিক আকৃতি ও বর্ণেই উদ্ভাসিত। প্রতিচ্ছবিজনিত রেখাগুলি পরস্পরকে ছেদ করে বলে ছবি এক্ষেত্রে সর্বদাই উল্টোমুখী হবে। সূর্যালোকিত কোন জায়গা থেকে প্রেরিত এই প্রতিচ্ছবিসমূহ মনে হবে কাগজের উপর যেন নিপুণ হাতে আঁকা হয়েছে, কাগজ পাতলা হলে এমনকী পিছন থেকেও তা দেখা যাবে। এখন, ধরা যাক কোন পাতলা লোহার ফলকে এরকম একটি ছিদ্র করা হলো। সূর্যালোকিত abcde বস্তুটি ধরা যাক nm-ছিদ্রবিশিষ্ট or-অন্ধকার কক্ষের সামনে রয়েছে। st-কাগজের পৃষ্ঠাটি এখন বস্তুর প্রতিচ্ছবিবাহিত রেখাগুলির গমনপথে ধরা হলো, প্রতিচ্ছবিটি হবে এক্ষেত্রে উল্টো, কেননা রেখাগুলি সরল হওয়ার ফলে ডান হাতের a চলে আসে বাম দিকে k-তে, বাম হাতের e হয়ে যাবে ডান হাতের f। একই ঘটনা ঘটে অক্ষিতারকাতেও।

সূত্র ৭১ · ক্যামেরা অবস্ক্যুরা-র প্রথম বিবরণ পাওয়া যায় সিজার সিজারিনি-র লেখায়, সেই হিশেবে লিওনার্দোকে এর উদ্ভাবক বলা চলে না, কিন্তু এ কথা স্বীকার্য যে তিনিই প্রথম এর সাহায্যে চোখের গঠন ব্যাখ্যা করেছিলেন।

৭২

পরিপ্রেক্ষিতের চর্চা

পরিপ্রেক্ষিত বিদ্যার চর্চায় আলো এবং চোখের ক্ষেত্রে একই নিয়ম কার্যকরী।

৭৩

অক্ষিতারকা ও চোখের বিপরীতে অবস্থিত যে-বস্তু তা ঐ অক্ষিতারকা কর্তৃক দৃষ্ট হয়।

৭৪

চোখের উপর নিক্ষিপ্ত রশ্মির প্রতিসরণ

বস্তুর প্রতিচ্ছবি কর্তৃক চোখের দিকে প্রেরিত রেখাপুঞ্জ অক্ষিবিন্দুতে সরলরেখায় যায় না।

৭৫

চোখেব বিবেচক অবস্থান যদি তেমন কোন কিছুর মধ্যে হয়, তবে প্রতিচ্ছবি-ঘটিত সরলরেখা তার উপরিতলে প্রতিসরিত হয়, কেননা তারা অপেক্ষাকৃত কম ঘন মাধ্যম থেকে ঘনতর মাধ্যমের মধ্যে দিয়ে সঞ্চারিত হয়। জলের নিচে থেকে যদি বাইরের বস্তুপুঞ্জের দিকে তাকাও, তাহলে তুমি কখনওই তাদের প্রকৃত অবস্থানে দেখবে না। একই ঘটনা ঘটবে যদি তুমি বাইরে থেকে জলের নিচে অবস্থিত কোন বস্তুর দিকে দেখো।

৭৬

প্রতিচ্ছবির আবর্তন

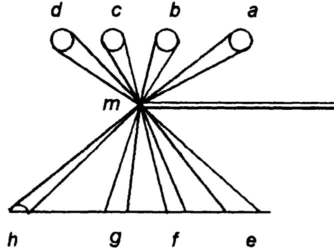
বাইরের খোলা বাতাস থেকে চার-দেওয়ালের মধ্যে বদ্ধ বাতাসে জানালার (শার্সি) ভিতর দিয়ে প্রবিষ্ট বস্তুনিচয়ের প্রতিচ্ছবি বিপরীত দিকের দেওয়ালে দৃশ্যমান হয় এবং বাইরের বায়ুস্তরে

পূর্ব থেকে পশ্চিমে সরে-যাওয়া কোন বস্তুর. বদ্ধ ঘরের আলোকিত দেওয়ালে যে-ছায়া দেখা যায়, তার গতি সাধারণত বিপরীতমুখী হয়।

৭৭

বস্তুর প্রতিচ্ছবি যে-নীতিতে প্রবেশপথের প্রান্তরেখা ছুঁয়ে যায়

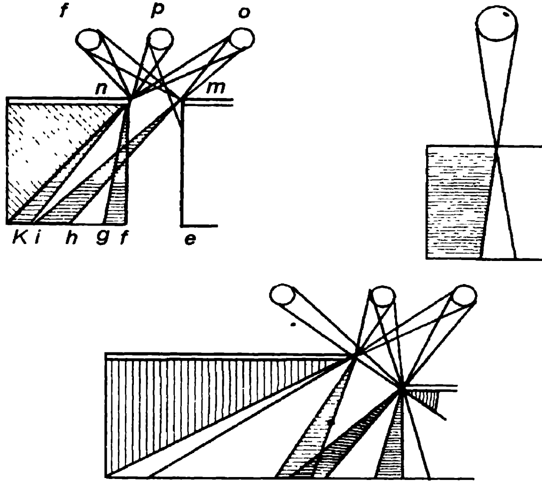
রশ্মির প্রতিচ্ছেদ ক্ষুদ্র ও বৃহৎ প্রবেশমুখের মধ্যে দিয়ে প্রতিচ্ছবিসমূহ যেভাবে সঞ্চরিত হয়, তাদের মধ্যে পার্থক্য কী, অথবা অন্ধকার ছায়াচ্ছন্ন বস্তুর পাশ দিয়ে যে-সমস্ত প্রতিচ্ছবি সঞ্চরিত হয় তাদের মধ্যেই বা পার্থক্য কী? যে-প্রবেশমুখের মধ্যে দিয়ে প্রতিচ্ছবিগুলি ভিতরে অনুপ্রবেশ করে, তার প্রান্তগুলি নাড়িয়ে-নাড়িয়ে স্থির বস্তুর প্রতিচ্ছবিকেও ঈষৎ গতিশীল করে তোলা যায়। এ ঘটনা



যে ঘটে তার কারণ যে-কোন বস্তুর সামগ্রিক প্রতিচ্ছবি ছড়িয়ে রয়েছে সর্বত্র, চারপাশের আবহের প্রত্যেক অংশেও তার সামগ্রিক প্রতিচ্ছবিটি রয়েছে। এখন, যে-ছিদ্রপথে প্রতিচ্ছবিসমূহ অন্ধকার কক্ষে অনুপ্রবেশ করে, তার যে-কোন প্রান্ত যদি নাড়ানো হয়, তাহলে প্রতিচ্ছবির যে-সব রশ্মি ঐ প্রান্তের সংস্পর্শে ছিল তা কর্তিত হয় এবং যে সমস্ত রশ্মি আগে তার থেকে দূরে ছিল তারা কাছে চলে আসে।

প্রবেশ-মুখপ্রান্তের ডান বা বাম দিকে, উপর বা নিচের দিকে সঞ্চলন প্রসঙ্গে

তুমি যদি প্রবেশমুখের ডান দিকটি নাড়াও, তবে বাম দিকের প্রতিচ্ছবিটি সঙ্গে-সঙ্গে নড়বে, যা ডান দিক দিয়ে প্রবেশ করছে। একই ঘটনা ঘটবে প্রবেশমুখের প্রতিটি দিকের ক্ষেত্রে। এ ঘটনা তৃতীয় ছবিটি দিয়ে প্রমাণ করা যায়, যেখানে দেখানো হচ্ছে যে পরিপার্শ্বিক আবহের মধ্যে দিয়ে বস্তুর প্রতিচ্ছবি প্রেরণ করছে যে-সমস্ত রশ্মি, সে সমস্তই সরলরেখা। সুতরাং আকারে



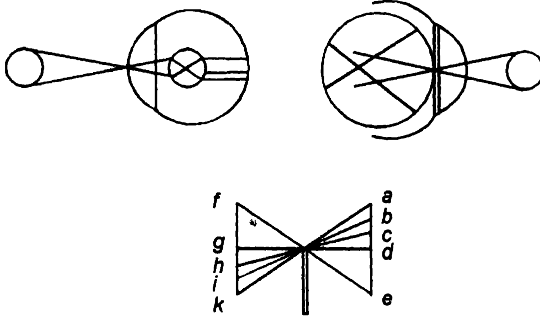
বিশাল সব বস্তুর প্রতিচ্ছবিকে যদি খুব ক্ষুদ্র কয়েকটি ছিদ্রপথ দিয়ে যেতে হয় এবং ছিদ্রপথ পেরিয়ে যদি আবার তাদের বৃহদাকার ফিরে পেতে হয়, তাহলে রেখাসমূহ অবশ্যই পরস্পরকে ছেদ করবে।

৭৮

প্রয়োজনের তাগিদেই চোখের সম্মুখস্থ বস্তুরাশির যাবতীয় প্রতিচ্ছবি দু'জায়গায় পরস্পরকে ছেদ করে। তার একটি ঘটে অক্ষিতারকায়, অন্যটি স্ফটিকস্বচ্ছ লেন্‌সে। এরকম যদি না-ঘটত, তবে চোখের পক্ষে এত অসংখ্য বস্তু একযোগে দেখা কখনওই সম্ভব হত না। এ ঘটনা প্রমাণও করা যায়, যেহেতু সমস্ত রেখা, যা পরস্পরকে ছেদ করে, সর্বদাই ছেদ করে কোন বিন্দুতে।



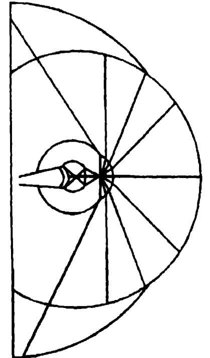
কেননা শুধু উপরিতল ছাড়া বস্তুর আর-কিছুই সে অর্থে দেখা যায় না এবং উপরিতলের সাধারণ সংজ্ঞার বৈষম্যে তার কিনার বা প্রান্তসমূহ রেখার সমষ্টিমাত্র। আবার রেখার প্রত্যেক ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র অংশ একটি বিন্দুর সমান, কেননা *ক্ষুদ্রতম* বলা হয় তাকেই যার চেয়ে আর ছোট হয় না, এবং এই সংজ্ঞা বিন্দুর যে-সাধারণ সংজ্ঞা, তার সঙ্গেও মিলে যায়। সুতরাং কোন বৃত্তের



সমগ্র পরিধির পক্ষেও তার প্রতিচ্ছবি প্রতিচ্ছেদবিন্দুতে প্রেরণ করা সম্ভব, ছবিতে যেমন দেখানো হয়েছে। এখানে দেখা যাচ্ছে যে প্রতিচ্ছবির ক্ষুদ্রতম অংশও পারস্পরিক কোন বাধার সৃষ্টি না-করে পরস্পরকে অতিক্রম করছে। চোখের ধর্ম প্রতিপাদনের জন্যই এই পরীক্ষা। না-উল্টে, এমনকী ক্ষুদ্রতম কোন বস্তুর প্রতিচ্ছবিও চোখে প্রবেশ করে না। কিন্তু স্ফটিকসম লেন্‌সের মধ্যে যখন প্রবেশ করে, তখন ঐ প্রতিচ্ছবি পুনরায় উল্টে চোখের বাইরে বস্তুর স্বাভাবিক অবস্থান যেমন, চোখের মধ্যেও সেই অবস্থানে ফিরে আসে।

৭৯

চোখের কেন্দ্ররেখা প্রসঙ্গে



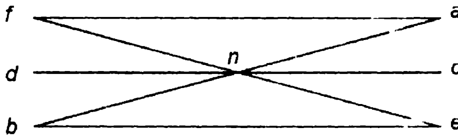
দৃষ্টিকেন্দ্রে উপনীত প্রতিচ্ছবিঘটিত যাবতীয় রেখার মধ্যে একটিমাত্র রেখার কোন প্রতিচ্ছেদ হয় না; অবশ্য এর কোন মাত্রায়তন নেই, কেননা এই রেখাটি মাত্রায়তনহীন এক গাণিতিক বিন্দু থেকে উৎপন্ন একটি গাণিতিক রেখা মাত্র।

অবশ্য আমার বিরোধীপক্ষের মতে, প্রয়োজনের দাবিতেই অন্ধকার কক্ষে ক্ষুদ্র ও সংকীর্ণ ছিদ্রপথে চতুষ্পার্শ্বস্থ অন্যান্য বস্তুর প্রতিচ্ছবিসমেত প্রবিষ্ট প্রত্যেক প্রতিচ্ছবির কেন্দ্রীয় রেখাটিও উল্টে যায়।

৮০

কোন প্রতিচ্ছবির কেন্দ্রীয় রেখাটি প্রবেশমুখে প্রতিচ্ছেদিত হতে পারে কীনা, সে প্রসঙ্গে

কোন রেখার পক্ষে নিজেই নিজেকে ছেদ করা অসম্ভব, অর্থাৎ সেক্ষেত্রে তার ডানদিক আড়াআড়ি অতিক্রম করে যাওয়া উচিত বাঁদিকে, এবং ফলে তার বাঁদিকই হয়ে যাওয়া উচিত ডানদিক। যেহেতু এ জাতীয় প্রতিচ্ছেদ উভয় দিক থেকে একটি করে অন্তত দুটি রেখার অস্তিত্ব দাবি করে, এবং যেহেতু এক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় বিস্তার ও ঘনত্ব ছাড়া ডানদিক থেকে বাঁদিকে বা বাঁদিক থেকে ডানদিকে কোন স্বয়ম্ভু গতি থাকতে পারে না, সেহেতু কোন রেখার স্বয়ং নিজেকে ছেদ করা অসম্ভব। যদি বিস্তারই থাকে তবে তাকে আর রেখা বলা চলে না, বলতে হয় উপরিতল বা ক্ষেত্রতল; এবং এখানে আমরা উপরিতলের নয়, রেখার প্রকৃতি বিষয়েই তত্ত্বতল্লাশ করছি। আবার, রেখার কোন ঘনত্ব নেই, ফলে তার কোন কেন্দ্রও নেই, তাই তাকে বিভক্ত করা যায় না। অতএব আমরা এই সিদ্ধান্তে আসতে বাধ্য যে পরস্পরকে ছেদ করার মতো রেখার আলাদা-আলাদা পার্শ্বদিক নেই। এ ঘটনা প্রমাণ করা যায় afeb ক্ষেত্রতলের দুই পাশ, af -রেখার ab-তে এবং eb-রেখার ef-এ সঞ্চরণ দ্বারা।

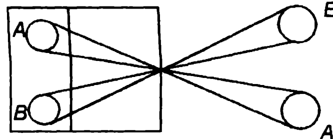


কিন্তু তুমি যদি ac সম্মুখপ্রান্ত-সহ ab ও ef-রেখাকে c-বিন্দুতে সরাও, তাহলে তোমাকে বিপরীত প্রান্ত fb-কে পরস্পরের দিকে d-বিন্দুতে সরাতে হবে। এই দুই রেখা থেকে তুমি cd- সরলরেখা টানলে তা পূর্বোক্ত দুটি রেখা যেখানে পরস্পরকে ছেদ করে তার মাঝ-বরাবর n-বিন্দুতে কোনরকম প্রতিচ্ছেদ ছাড়াই বিদ্ধ করবে। যদি মনে করা যায় যে এই দুটি রেখার প্রস্থ রয়েছে, তাহলে এই বিচলন থেকে পরিষ্কার যে সেক্ষেত্রে প্রথমটি কোনরকম প্রতিচ্ছেদ ছাড়াই cd-অবস্থানে দ্বিতীয়টির সমান বলে তাকে সম্পূর্ণ আচ্ছন্ন করবে। আমাদের প্রতিপাদ্য প্রমাণের পক্ষে এটুকুই যথেষ্ট।

৮১

অসংখ্য প্রতিচ্ছবিজনিত অসংখ্য রশ্মি কীভাবে ক্রমসংহত হয়

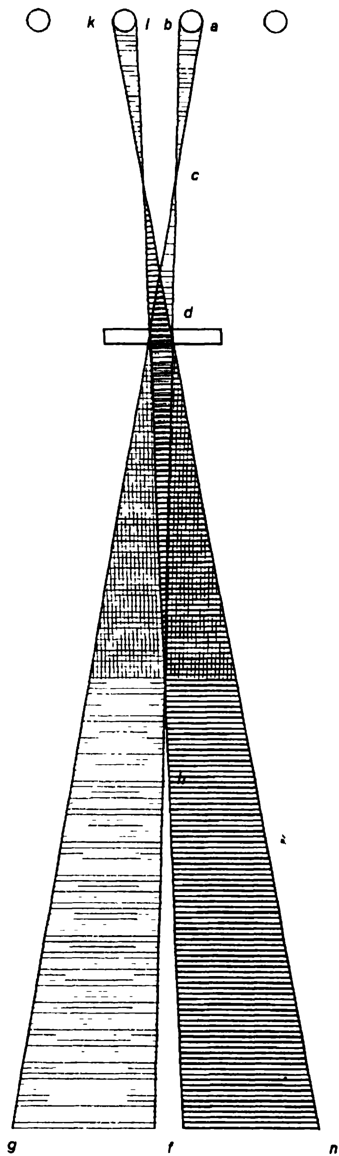
প্রস্থ বা বেধহীন বলে পরস্পরের ক্ষেত্রে কোনরকম বাধার সৃষ্টি না-করে যাবতীয় রেখা যেভাবে কোন একটি বিন্দুতে মিলিত হতে পারে, ঠিক সেইভাবেই উপরিতলসমূহের যাবতীয় প্রতিচ্ছবিও সেখানে মিলতে পারে। এবং যেহেতু প্রত্যেক প্রদত্ত বিন্দু তার উল্টো দিকের বস্তুর ও প্রত্যেক বস্তু তার বিপরীত বিন্দুর সম্মুখীন হয়, সেহেতু কোন প্রতিচ্ছবির সমকেন্দ্রাভিমুখী রশ্মিসমূহ

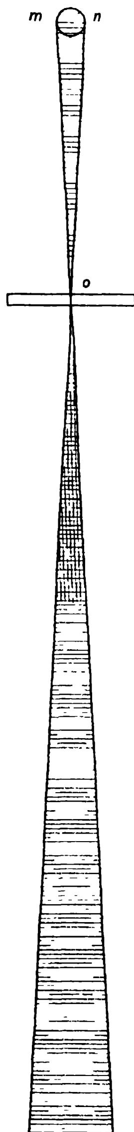


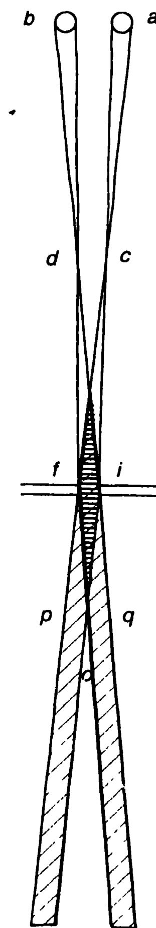
একটি বিন্দুর মধ্যে দিয়ে সঞ্চরিত হতে পারে এবং ঐ বিন্দু পেরিয়ে ঐ প্রতিচ্ছবির প্রকৃত আকারে পুনরুৎপাদন ও বিবর্ধনের জন্য তা পুনরায় বিকেন্দ্রিত হতে পারে। কিন্তু তার ছাপ পড়ে উল্টো হয়ে — যেমন দেখানো হয়েছে নিচের প্রথম ছবিতে। যেখানে বলা হয়েছে যে খুব পাতলা কোন জিনিশের সংকীর্ণ ছিদ্রপথে প্রবেশের সময়েও প্রত্যেক প্রতিচ্ছবি পরস্পরকে ছেদ করে।

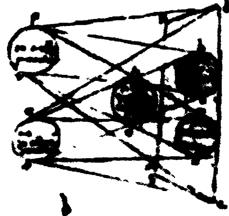
পৃষ্ঠার প্রান্তে লেখা অংশটুকুও পড়ো —

ছায়াচ্ছন্ন বস্তুর তুলনায়
প্রবেশমুখটি যে-অনুপাতে ছোট হবে,
প্রবেশমুখ দিয়ে প্রেরিত প্রতিচ্ছবিও
পরস্পরকে
তত কম ছেদ করবে।
অন্ধকার কক্ষে প্রবিষ্ট প্রতিচ্ছবির বিভিন্ন পাশ,
প্রবেশমুখটি যত সংকীর্ণ ততই তার নিকটবর্তী
কোন বিন্দুতে পরস্পরকে ছেদ করে।
এ ঘটনা প্রমাণ করার জন্য ধরা যাক


k
l
b
a
c
d
h
g
f
n


m
n
o


b
a
d
c
f
i
p
q
o





ab একটি আলো-ছায়াময় বস্তু, যা তার
ছায়ার নয়, বরং তার অন্ধকারাচ্ছন্ন আকারের
প্রতিচ্ছবি পাঠাচ্ছে de-প্রবেশমুখের মধ্যে দিয়ে, যা এই
ছায়াময় বস্তুটির মতোই প্রশস্ত; এবং এর ab-পার্শ্বদ্বয়
সরলরেখা বলে (ইতোমধ্যেই যা প্রমাণিত) অবশ্যই
ঐ ছায়াচ্ছন্ন বস্তু ও প্রবেশমুখের মাঝখানে কোথাও
পরস্পরকে ছেদ করবে; প্রবেশমুখ বস্তুটির তুলনায়
যত ছোট হবে, প্রবেশমুখের তত কাছে এ ঘটনা ঘটবে।
দ্বিতীয় ছবি abc-তে
যেমন দেখা যাচ্ছে যে ডানদিকের dc-প্রবেশমুখ
ছায়াচ্ছন্ন বস্তু ab-র মতোই প্রশস্ত বলে
ঐ বস্তুর পার্শ্বদ্বয় পরস্পরকে প্রবেশমুখ ও
বস্তুটির মাঝখানে c-বিন্দুতে ছেদ করেছে।
তৃতীয় ছবির ক্ষেত্রে অবশ্য এরকম ঘটবে না, কেননা
ছায়াছন্ন বস্তু nm-এর চেয়ে প্রবেশমুখ o সেখানে
অনেক ছোট।
যে-প্রবেশমুখের মধ্যে দিয়ে এইসব বস্তুর প্রতিচ্ছবি
প্রবেশ করছে, তার এবং বস্তুসমূহের মাঝখানে
কোন জায়গায় ঐসব বস্তুর প্রতিচ্ছবি দেখতে পাওয়া
অসম্ভব। বিষয়টি পরিষ্কার, কেননা আবহমণ্ডল
যেখানে আলোকিত, সেখানে এই সমস্ত
প্রতিচ্ছবি দৃশ্যত কোন চেহারা পায় না।

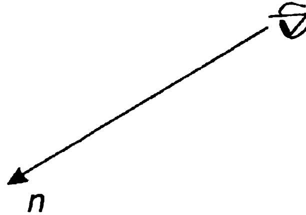
যখন প্রতিচ্ছবিসমূহ একে অপরকে পারস্পরিক
অতিক্রমণের মাধ্যমে দুটি প্রতিচ্ছবিতে পরিণত হয়,
তখন অবশ্যই তার ছায় দ্বিগুণ গাঢ় হয়ে ওঠে।
প্রমাণ করার জন্য ধরা যাক, deh এরকম একটি

দ্বি-প্রতিচ্ছবি, যা যদিও শুধু b ও i-বস্তুর অন্তর্বর্তী
স্থানে দেখা যাবে, তথাপি তা fg বা f.m থেকেও
দেখতে কোন অসুবিধা নেই, কেননা abik প্রতিচ্ছবিদ্বয়
থেকে তার সৃষ্টি, যা একযোগে deh-এর দিকে
ধাবিত হয়।

৮২

অক্ষিতারকা তার স্বকীয় অবস্থান থেকে না-সরলেও তৎকর্তৃক দৃষ্ট বস্তুসকল দেখে মনে হতে পারে যে তারা যেন স্থানান্তরিত হচ্ছে— এ নিয়ে একটি পরীক্ষা।

তুমি যদি তোমার থেকে কিছু দূরের এবং তোমার চোখের থেকে কিছু নিচের কোন বস্তুর দিকে তোমার দুটি চক্ষুই নিবদ্ধ করো এবং এক হাতে জোর করে চোখের উপরের পাতা খুলে রেখে



অন্য হাতে নিচের পাতায় চাপ দাও, তখনও একইভাবে ঐ বস্তুর প্রতি দৃষ্টি নিবদ্ধ রাখলে দেখবে যে বস্তুটি যেন দুটি বস্তুতে পরিণত হয়েছে— একটি প্রতিচ্ছবি যথাযথ রয়েছে, নিচের পাতায় আঙুলের চাপ যেদিকে পড়ছে অন্যটি যেন তার উল্টো দিকে সরে যাচ্ছে। যারা বলে এরকম ঘটার কারণ হলো অক্ষিতারকাই এক্ষেত্রে তার জায়গা থেকে সরে যায়, কী সাংঘাতিক ভুল তাদের অভিমত!

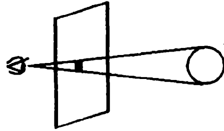
কিন্তু উপরের তথ্য কীভাবে প্রমাণ করে যে দেখার সময়ে অক্ষিতারকা কাজ করে উল্টো মুখে?

৮৩

কাঁচের সমতলক্ষেত্র প্রসঙ্গে

কাঁচের উল্লম্ব সমতলখণ্ডের সাহায্যে পরিপ্রেক্ষিত বর্ণনা

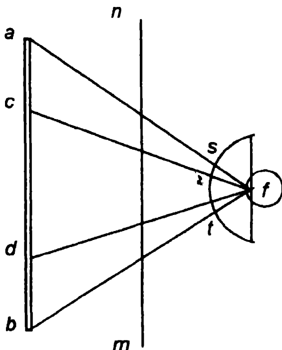
কাঁচের স্বচ্ছ সমতলখণ্ডের পিছন থেকে কোন জায়গা বা বস্তুকে অবলোকন করা ভিন্ন পরিপ্রেক্ষিত আর কিছুই নয়, যে-কাঁচের উপরিতলে পিছনের বস্তুরাশির ছবি এসে পড়ে।

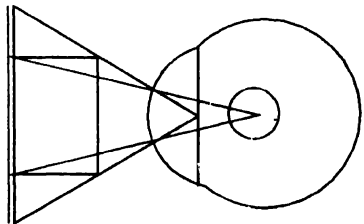


অক্ষিবিন্দু পর্যন্ত কল্পিত পিরামিডসমূহে তার অনুসন্ধান করা যেতে পারে। এই সব পিরামিড কাঁচের সমতলে পরস্পরকে ছেদ করে।

৮৪

চিত্রগত পরিপ্রেক্ষিত নির্দিষ্ট দূরত্বে স্থিত কোন বস্তুকে সাধারণ দৃষ্টিতে যেমন লাগে, ঠিক তার যথার্থ মাপে পুনঃসৃষ্টি করতে পারে না। সংশ্লিষ্ট ছবিতে দেখা যাচ্ছে যে পিরামিড fcd-র





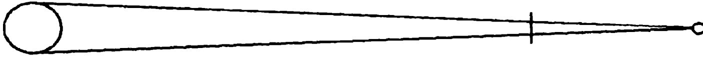
শীর্ষবিন্দু cd-বস্তু থেকে যত দূরে, f-বিন্দুও ab-বস্তু থেকে ঠিক তত দূরে রয়েছে। তবু cd, যা চিত্রকরের দৃষ্টিতে পিরামিডের ভিত্তিতল, তা ab— অর্থাৎ যা চক্ষুতল st-তে প্রতিসরিত এবং বস্তু থেকে নির্গত চোখের দিকে সমকেন্দ্রাভিমুখী রেখাসমূহের ভিত্তিতল, তার চেয়ে ছোট।

প্রথমত দৃষ্টিরেখার সাহায্যে এবং তারপরে চিত্রকরের ওলনদড়ি-মারফৎ একই সমতলে প্রকৃত দৃষ্টিরেখাসমূহকে ছেদ করে ও একই বস্তুকে তার ভিত্তিতে পরিমাপ করে বিষয়টি পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণও করা যায়।

৮৫

পরিপ্রেক্ষিত

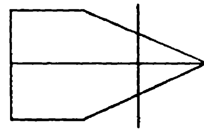
উল্লম্ব সমতলটি এখানে এক ঋজু লম্বরেখা; পিরামিডের শীর্ষবিন্দু যেখানে ক্রমসংহত হয়েছে, তার কেন্দ্রবিন্দুর ঠিক সামনে তা আছে বলে কল্পিত। এবং কোন কাঁচের সমতলখণ্ডের মতোই এই সমতলক্ষেত্রটির সঙ্গে বিন্দুটির সম্পর্ক, যার মধ্যে দিয়ে তুমি বিভিন্ন বস্তুর দিকে দেখতে



পারো এবং প্রয়োজনে সে-ছবি কাঁচের উপর আঁকতে পারো। এভাবে আঁকা ছবি অবশ্যই মূল বস্তুগুলির চেয়ে মাপে ছোট হবে; কাঁচ ও বস্তুর মধ্যে যে-দূরত্ব, কাঁচ ও চোখের মধ্যে দূরত্ব তার চেয়ে যত কম সেই অনুপাতের উপর বিষয়টি নির্ভরশীল।

পরিপ্রেক্ষিত

বস্তুরাশি থেকে উৎপন্ন বিভিন্ন সমকেন্দ্রাভিমুখী পিরামিড ঐ সমতলে তাদের উৎস-বস্তুর বিভিন্ন আকার ও দূরত্ব প্রদর্শন করে।



পরিপ্রেক্ষিত

যাবতীয় অনুভূমিক সমতলক্ষেত্র, যাদের শেষ প্রান্ত উল্লম্ব রেখার সঙ্গে মিলে সমকোণ সৃষ্টি করে, যদি তারা সমপ্রস্থবিশিষ্ট হয় তবে যত তারা দৃষ্টিতলের দিকে উঠবে ততই তাদের প্রস্থ তুলনায় কম বলে মনে হবে; আর চোখ তাদের চেয়ে যত উপরে থাকবে ততই তাদের প্রকৃত প্রস্থ বা বিস্তার চোখে পড়বে বেশি।

পরিপ্রেক্ষিত

বর্তুলাকার কোন বস্তু চোখের থেকে যত দূরে যাবে, ততই তার অধিকাংশ দেখতে পাবে তুমি।

৮৬

দৃষ্টিকোণ দূরত্বসাপেক্ষে পরিবর্তিত হয়

বস্তুরাশি অন্য কোন মাধ্যম ছাড়াই কীভাবে দৃশ্যমান হয়ে ওঠে, তা দেখানোর এক সরল ও স্বাভাবিক পদ্ধতি।

চোখের নিকটস্থ বস্তুটি একই মাপের দূরবর্তী কোন বস্তুর চেয়ে সর্বদাই বড় বলে মনে হয়।

চোখের খুব কাছে থাকার ফলে m-চোখ ovx-অঞ্চলের মধ্যে সম্ভাব্য বিবিধ পার্থক্যের স্বরূপ নির্ণয় করতে পারে না। কিন্তু যদি এই অঞ্চলটিকে উল্লম্ব তল no-তে চিহ্নিত করো, তাহলে ov-অঞ্চলকে দেখা যাবে or-এ, একই ভাবে vx-কে দেখা যাবে rq-তে। যদি এই সূত্রটিকে তুমি বাইরে কোন খোলা জায়গায় অনুসরণ করো, যেখানে প্রয়োজনে তুমি হেঁটে-চলে বেড়াতে

পারো, তাহলে or ও rq-অঞ্চলের মধ্যে বিরাট পার্থক্যের ফলে অঞ্চলটিকে তোমার বিষমানুপাতিক বলে মনে হবে। তার কারণ চোখ তখন ঐ সমতলের এতই কাছে আছে যে সমতলটি সেক্ষেত্রে সামনের দিক থেকে ক্রমশ অতিহ্রস্ব হয়ে পড়বে। সুতরাং তুমি যদি বিষয়টি পরীক্ষা করে দেখতে চাও, তাহলে m-বিন্দুতে একটি একক ছিদ্র করে তার মধ্যে দিয়ে তোমাকে পরিপ্রেক্ষিতের ছবিটি দেখতে হবে অথবা যে-বস্তুটি তুমি দেখছ তার উচ্চতার চেয়ে অন্তত তিনগুণ দূরত্বে গিয়ে তোমায় তা দেখতে হবে। op-বক্রতল এক্ষেত্রে চোখের থেকে সর্বদা সমদূরত্বে থাকার ফলে বস্তুগুলি সন্তোষজনকভাবে পুনরুৎপাদিত হবে, যাতে বিভিন্ন জায়গা থেকেই তাদের স্পষ্টভাবে দেখা যায়।

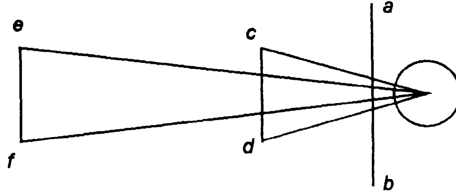
৮৭

বৃহদাকার প্রত্যেকটি বস্তু কীভাবে তাদের প্রতিচ্ছবি পাঠায়, সীমাহীনভাবে যা হ্রাসপ্রাপ্ত হতে পারে —

যে-কোন বৃহৎ বস্তু, সীমাহীনভাবে বা অন্তহীনভাবে যাকে ভাগ করা যায়, তা সীমাহীনভাবে হ্রাসপ্রাপ্তও হতে পারে।

৮৮

বিভিন্ন অঞ্চলে স্থিত একই মাপের বস্তু বিভিন্ন পিরামিডের মাধ্যমে দেখা যায়। বস্তু যত দূরে যায় পিরামিডও অনুপাতে তত ছোট হতে থাকে।



৮৯

বিপরীত পিরামিডের সন্নিধি

দূরত্বের ক্ষেত্রে পরিপ্রেক্ষিত দুটি বিপরীত পিরামিড ব্যবহার করে। এর মধ্যে একটির শীর্ষবিন্দু থাকে চোখে, যার ভিত্তিতল থাকতে পারে এমনকী দূর দিগন্তেও। অন্যটির ভিত্তি থাকে চোখের অভিমুখে, যার শীর্ষবিন্দু থাকতে পারে দিগন্তে। প্রথমটির অধীন দৃশ্যমান এই মহাবিশ্ব, চোখের সম্মুখস্থ যাবতীয় বস্তুপুঞ্জই তার অন্তর্ভুক্ত। ছোট্ট একটি ছিদ্র দিয়ে বিস্তীর্ণ ভূপ্রকৃতির দিকে দেখলে যেমন হয়, বস্তুগুলি এক্ষেত্রে চোখের থেকে যত দূরে থাকে, ততই ঐ ছিদ্রপথে আরও অধিক সংখ্যায় তা দৃশ্যমান হয়। অর্থাৎ পিরামিডটি তখন গঠিত হয় যেভাবে দিগন্তে তার ভিত্তি রেখে, আর শীর্ষবিন্দু চোখে স্থাপন করে, তার কথা আগেই বলা হয়েছে। দ্বিতীয় পিরামিডটি প্রসারিত হয় সেই বিন্দু পর্যন্ত, যা চোখের থেকে যত দূরে যায় আনুপাতিক হারে ততই ক্ষুদ্রতর হয়ে পড়ে। প্রথমটি থেকেই এই দ্বিতীয় পরিপ্রেক্ষিতের (= পিরামিড) সৃষ্টি।

৯০

সরল পরিপ্রেক্ষিত

সরল ও মিশ্র পরিপ্রেক্ষিত প্রসঙ্গে

শিল্পকর্মে উল্লম্ব সমতলক্ষেত্রে যা নির্মাণ করা হয়, তা-ই সরল পরিপ্রেক্ষিত। এর প্রত্যেক অংশ চোখের থেকে সমদূরত্বে অবস্থিত। মিশ্র পরিপ্রেক্ষিত নির্মাণ করা হয় কোন ভূপ্রাকৃতিক নকশায়, যার কোন অংশই চোখের থেকে সমদূরত্বে অবস্থিত নয়।

৯১

পরিপ্রেক্ষিত

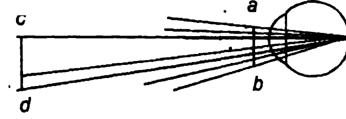
চোখের থেকে বস্তুর প্রকৃত দূরত্ব

কোন উপরিতলকেই যথাযথভাবে দেখা সম্ভব নয়, যদি চোখ তার সমস্ত দিকের প্রান্তসীমা থেকে সমদূরত্বে না-থাকে।

৯২

যখন কোন বস্তু চোখের খুব কাছে নিয়ে আসা হয়, কেন তার প্রান্তসীমা অস্পষ্ট হয়ে পড়ে

চোখের বিপরীতস্থ কোন বস্তুকে যখন চোখের খুব কাছে নিয়ে আসা হয়, তখন তার প্রান্তসীমা, অর্থাৎ তার কিনারা বা ধার স্পষ্টত নির্ণয় করা ঈষৎ বিভ্রান্তিকর হয়ে পড়তে বাধ্য; আলোর খুব কাছে কোন জিনিশ রাখলেও যা হয়, বিশাল আর অর্ধস্পষ্ট ছায়া পড়ে তার — চোখের বিপরীত দিকের কোন বস্তু সম্পর্কে সঠিক ধারণা করতে গিয়েও তা-ই ঘটে। রৈখিক পরিপ্রেক্ষিতের যাবতীয় দৃষ্টান্তে, চোখ আলোর মতো একই পদ্ধতিতে কাজ করে। তার কারণ হলো, চোখের একটি কেন্দ্রীয় দৃষ্টিরেখা আছে, যা দূরত্বের সঙ্গে সমান তালে প্রসারিত হয় এবং বৃহদাকার বস্তুকে দূর থেকে ও ক্ষুদ্রতর বস্তুকে কাছ থেকে যথার্থ বিবেচনার সঙ্গে ধারণ করতে পারে। কিন্তু যেহেতু ঐ কেন্দ্রীয় মূল রেখার চতুষ্পার্শ্বে চোখ আরও অসংখ্য রেখা প্রেরণ করে, এবং যেহেতু এই রেখাশঙ্কুর কেন্দ্ররেখা থেকে ক্রমানুসারে দূরবর্তী রেখাগুলি নিখুঁত যাথার্থ্যের সঙ্গে দৃশ্য-বিচারে ক্রম-অক্ষম, ফলে কোন বস্তুকে চোখের খুব কাছে আনা মানে তা আর যথার্থ দূরত্বে থাকছে না, বরং কেন্দ্ররেখার এত কাছে এসে যাচ্ছে যে তার পক্ষে ঐ বস্তুর প্রান্তীয় সীমারেখা বা রূপরেখা সঠিকভাবে নির্ণয় করা কঠিন হয়ে পড়ছে। অর্থাৎ বস্তুর প্রান্তসীমা ঐ দুর্বল নির্ণয়শক্তিসম্পন্ন রেখাগুলির আওতায় এসে পড়ছে। এক্ষেত্রে চোখের কাজ যেন



পশ্চাদ্ধাবনরত কুকুরের মতো, শিকারকে যে খুঁজে বার করতে পারে বড়জোর, তার বেশি আর কিছুই পারে না। এই সমস্ত রেখাও তেমনি বস্তুপুঞ্জকে ঠিক যথার্থভাবে ধারণ করতে পারে না, খুঁজে পাওয়ার পর কেন্দ্রীয় দৃষ্টিরেখাটিকে বড়জোর তাদের দিকে মনোযোগ দিতে উদ্দীপ্ত করতে পারে। এ কারণে দৃষ্টির এইসব দুর্বলতর রেখাগুলি দিয়ে দেখা বস্তুর সীমারেখা বা রূপরেখা বিভ্রান্তিকর হয়ে পড়ে।

৯৩

পরিপ্রেক্ষিত

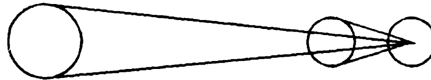
চোখের থেকে দূরত্ব অনুযায়ী বস্তুর আপেক্ষিক পরিমাপ

নিকটস্থ ক্ষুদ্র বস্তু আর দূরস্থ বৃহৎ বস্তু সমমাপের কোণের ভিতর দিয়ে দেখলে একই মাপের বলে প্রতিভাত হয়।

৯৪

পরিপ্রেক্ষিত

চোখের থেকে বহু দূরে এমন কোন বৃহৎ বস্তু থাকতে পারে না, যা নিকটস্থ ক্ষুদ্রতর বস্তুর চেয়ে ক্ষুদ্রতর বলে মনে হয় না।



৯৫

একই মাপের বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে যেটি চোখের থেকে সবচেয়ে দূরে আছে, তাকেই ক্ষুদ্রতম বলে মনে হয়।

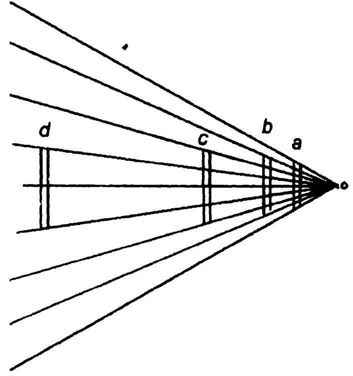
৯৬

চোখের কাছে আনা হলে কোন বস্তু কেন অস্পষ্ট হয়ে পড়ে, এবং চশমা পরে অথবা চশমা-ছাড়া খোলা চোখ কাছের অথবা দূরের বস্তু (অবস্থানুযায়ী) কেন আবছা দেখে।

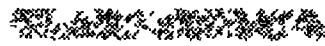
৯৭

পরিপ্রেক্ষিত

একই মাপের বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে চোখের থেকে সবচেয়ে দূরেরটিকে ক্ষুদ্রতম বলে মনে হয়।



৯৮



পরিপ্রেক্ষিত

চোখ যদি দ্বিতীয় বস্তুর উপরে থাকে, তাহলে কোন দ্বিতীয় বস্তু প্রথমটির চেয়ে এত নিচে থাকতে পারে না যে চোখ ঐ দ্বিতীয় বস্তুটিকে প্রথমটির চেয়ে উঁচুতে দেখবে না।

পরিপ্রেক্ষিত

এবং এই দ্বিতীয় বস্তুটি প্রথমটির চেয়ে এত উঁচুতে থাকতে পারে না যে চোখ তাদের নিচে থাকার কারণে দ্বিতীয়টিকে প্রথমটির নিচে দেখবে না।

পরিপ্রেক্ষিত

যদি চোখ কোন দ্বিতীয় বর্গক্ষেত্রকে অপেক্ষাকৃত ছোট কিন্তু নিকটস্থ আর-একটি বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্র থেকে দেখে, তাহলে দ্বিতীয় বৃহত্তর বর্গক্ষেত্রটিকে মনে হবে যেন ক্ষুদ্রতর বর্গক্ষেত্রটি দ্বারা পরিবেষ্টিত।

পরিপ্রেক্ষিত—বিবৃতি

দূরস্থ কোন বস্তু কখনওই এত বড় হতে পারে না যে সম্মুখস্থ বস্তু, ছোট হলেও তাকে সম্পূর্ণ ঢেকে দিতে বা পরিবেষ্টন করতে পারবে না।

সংজ্ঞা

এই বিবৃতি পরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণ করা যায়। যদি তুমি কোন ক্ষুদ্র ছিদ্রপথের মধ্যে দিয়ে তাকাও, তাহলে এর মধ্যে দিয়ে দেখা যাবে না এমন কোন বৃহৎ বস্তু চরাচরে নেই এবং এভাবে দেখা কোন বস্তু তখন মনে হবে যেন ঐ ছিদ্রের সীমারেখা দ্বারা পরিবেষ্টিত বা অবরুদ্ধ। যদি এর পর তুমি ঐ ছিদ্র বন্ধ করে দাও, তবে ছোট্ট ঐ ঢাকনি বৃহত্তম কোন বস্তুকেও ঢেকে ফেলবে।

৯৯

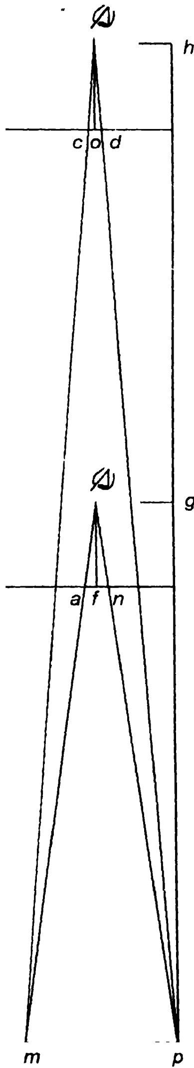


রৈখিক পরিপ্রেক্ষিত প্রসঙ্গে

গণনার মাধ্যমে বস্তুর আপাত পরিমাপ নির্ণয়

রৈখিক পরিপ্রেক্ষিত দৃষ্টিরেখার ক্রিয়া সম্পর্কে আলোচনা করে, এবং পরিমাপের সাহায্যে প্রমাণ করে প্রথমটির চেয়ে দ্বিতীয় বস্তুটি কত ছোট, দ্বিতীয়টির চেয়ে আবার তৃতীয়টি কত ছোট, এবং এই ভাবে মাত্রানুসারে দৃশ্যমান বস্তুজগতের যতদূর দেখা যায় তার শেষ পর্যন্ত বিচার করে। অভিজ্ঞতায় দেখেছি চোখের থেকে প্রথমটি যত দূরে, প্রথমটির থেকে দ্বিতীয় বস্তুটি যদি ঠিক তত দূরে থাকে, তাহলে মাপে উভয়ে সমান হলেও সেক্ষেত্রে দ্বিতীয়টিকে মনে হবে প্রথমটির অর্ধেক। আবার দ্বিতীয় বস্তুটি প্রথমটির চেয়ে যত দূরে আছে, তৃতীয় কোন বস্তু যদি দ্বিতীয়টির চেয়ে তত দূরে থাকে তাহলে মাপে সমান হলেও তৃতীয় বস্তুটিকে মনে হবে দ্বিতীয়টির অর্ধেক। এভাবে মাত্রানুযায়ী সমদূরত্বে স্থিত পরবর্তী বস্তুটি প্রথমটির চেয়ে মাপে অর্ধেক হবে। অবশ্য ২০ ব্র্যাচিয়া পর্যন্ত এই সূত্রের কোন হেরফের হবে না, কিন্তু ২০ ব্র্যাচিয়ার পরে সমমাপের বস্তু ২/৪ ভাগ হ্রাস পাবে, ৪০ ব্র্যাচিয়ার পরে হ্রাস পাবে ৯/১০ ভাগ এবং ৬০ ব্র্যাচিয়াতে হ্রাস পাবে ১৯/২০ ভাগ এবং এই ভাবে মাত্রানুসারে ক্রমান্বয়ে হ্রাস পেতে থাকবে। অবশ্য এই হিশেব ততক্ষণই খাটবে, যতক্ষণ দৃশ্যমান সমতলক্ষেত্র তোমার নিজের উচ্চতার দ্বিগুণ দূরত্বে আছে। যদি তা তোমার উচ্চতা যত, মাত্র সেই দূরত্বে থাকে, তাহলে প্রথম ব্র্যাচিয়া ও দ্বিতীয় ব্র্যাচিয়ার মধ্যে গুরুতর প্রভেদ ঘটে যাবে।

সূত্র ৯৯ ব্র্যাচিয়া দৈর্ঘ্য পরিমাপের ইতালীয় একক। এর মেট্রিক মান কত আমরা সঠিক জানি না। অবশ্য তার ফলে সূত্রটি বুঝতে কোন অসুবিধা হওয়ার কথা নয়।



১০০

বিভিন্ন দূরত্বে দৃষ্টিগোচর বস্তুর হ্রাসপ্রাপ্তি প্রসঙ্গে

মাপে প্রকৃতপক্ষে সমান হওয়া সত্ত্বেও দুটি বস্তুর মধ্যে প্রথমটি চোখের থেকে যত দূরে অবস্থিত, প্রথমটির থেকে তত দূরে অবস্থিত দ্বিতীয় কোন বস্তু মাপে প্রথমটির অর্ধেক বলে প্রতিভাত হয়।

হ্রাসের মাত্রা প্রসঙ্গে

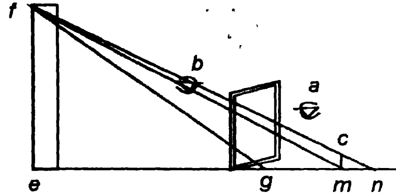
চোখের থেকে ১ ব্র্যাচিও দূরে যদি কোন উল্লম্ব সমতল বস্তু স্থাপন করো তুমি, তাহলে প্রথম বস্তুটি চোখের থেকে ৪ ব্র্যাচিয়া দূরত্বে থাকার দরুণ ঐ সমতলে তার উচ্চতার ৩/৪ ভাগ হ্রাস পাবে; যদি তা চোখের থেকে ৮ ব্র্যাচিয়া দূরে থাকে তাহলে হ্রাস পাবে ৭/৮ ভাগ; আর যদি ১৬ ব্র্যাচিয়া দূরে থাকে তাহলে তার উচ্চতার ১৫/১৬ ভাগ হ্রাসপ্রাপ্তি ঘটবে। এইভাবে দূরত্বের মাত্রা অনুযায়ী, দূরত্ব দ্বিগুণ হলে হ্রাসের মাত্রাও দ্বিগুণিত হয়।

১০১

চোখ নিচে রেখে mf-রেখা থেকে শুরু করো, তারপর উপরে ওঠো, nf-রেখার ক্ষেত্রেও ঠিক আগের মতো করো, তারপর চোখ উপরে রেখে ভূমির দুই গেজের মধ্যে থেকে mn-এর দিকে তাকাও, তখন mn-এর কাছে cm যেমন, ns-এর কাছে nm-ও তেমনই হয়ে উঠবে।

যদি fb, an-এর তিনগুণ হয়, তাহলে pg-ও mp-র তিনগুণ হবে। তারপর যাতে an, cd-র দ্বিগুণ হয় এবং pg, gh-এর

সূত্র ১০১ প্রথম কয়েক পংক্তির অর্থ দুর্ভাগ্যবশত স্পষ্ট নয়।



সমান হয়, ততদূর পিছিয়ে যাও। এখন op, dc-র যতগুণ, hp-ও mp-র ততগুণ হবে।

১০২

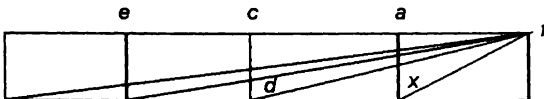
সঙ্গীতজ্ঞ কানে শুনে স্বরধ্বনিকে যেভাবে বিচার করে, আমিও চোখে দেখে বস্তুর মান সেভাবেই বিচার করি

চোখে-দেখা বস্তুসমূহ যদিও অপসৃত হওয়ার সময় বা হ্রাসপ্রাপ্তির সময় প্রকৃতপক্ষে পরস্পরকে প্রায় স্পর্শ করে, তথাপি প্রতি ২০ ব্র্যাচিয়া দূরত্বভেদে হ্রাসপ্রাপ্তির নিয়ম আমি আবিষ্কার করেছি, যেভাবে কোন সঙ্গীতজ্ঞ মাত্রানুযায়ী স্বরধ্বনিকে ভাগ করে তাদের প্রথম, দ্বিতীয়, তৃতীয়, চতুর্থ পঞ্চম ইত্যাদি নামে ডাকেন। যদিও সেক্ষেত্রে একটি স্বর থেকে আর-একটিতে অনায়াসে যাওয়া যায়, তবু তিনি কণ্ঠ উঁচুতে তোলা ও নিচে নামানোর প্রত্যেক মাত্রা বা ধাপকে আলাদা নামে চিহ্নিত করেন।

১০৩

পরিপ্রেক্ষিত

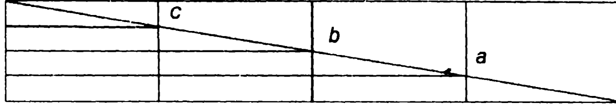
ধরা যাক f হলো চোখের দূরত্ব ও দৃষ্টিতল এবং a সাধারণ লোকের গড় উচ্চতার মতো লম্বা একটি উল্লম্ব সমতলখণ্ড। এখন ধরা যাক e হলো একটি লোক, তাহলে আমি বলব যে ঐ



সমতলক্ষেত্রে সমতলখণ্ডটি থেকে দ্বিতীয় কোন লোকের দূরত্বও e-এর সমান।

১০৪

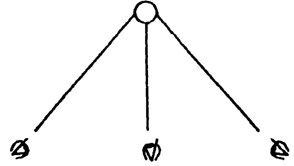
চোখের থেকে দূরত্বজনিত কারণে একই মাপের বিভিন্ন বস্তুর হ্রাসপ্রাপ্তির পার্থক্য চোখের থেকে বিভিন্ন বস্তুর দূরত্বের সমানুপাতিক।



নির্দিষ্ট দূরত্বে কোন লোক কতটা হ্রাসপ্রাপ্ত হয়, এবং তার উচ্চতা কত — তা পরিমাপ করো। তারপর দ্বিগুণ ও তিনগুণ দূরত্বে ঐ মাপ কত হয় দেখো, এইভাবে সাধারণ নিয়ম প্রস্তুত করো।

১০৫

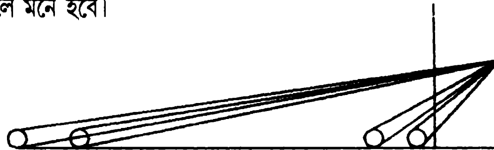
অনেক উঁচু থেকে কোন বস্তু ঠিক কোথায় অবতরণ করবে, চোখ তা বুঝতে পারে না।



১০৬

পরিপ্রেক্ষিত

যদি একই রকম ও একই মাপের দুটি বস্তু নির্দিষ্ট দূরত্বে পরপর রাখা যায়, তাহলে তারা চোখের যত কাছে থাকবে, আনুপাতিক ভাবে তাদের মাপের পার্থক্য তত বেশি নজরে পড়বে। আবার বিপরীত দিক থেকে, তারা চোখের যত দূরে থাকবে, আনুপাতিক হারে তাদের মাপে পার্থক্য তত কম বলে মনে হবে।



বস্তুসমূহের পারস্পরিক দূরত্বের অনুপাত দ্বারা এ কথা প্রমাণিত হয়। যদি দুটি বস্তুর মধ্যে দ্বিতীয়টি প্রথমটির থেকে যত দূরে, প্রথমটি চোখের থেকে তত দূরে থাকে, তাহলে তাকে

দ্বিতীয় অনুপাত বলা যায়। এখন প্রথমটি যদি চোখের থেকে ১ ব্র্যাচিয়া ও দ্বিতীয়টি ২ ব্র্যাচিয়া দূরত্বে থাকে, এবং দুয়ে মিলে একের দ্বিগুণ হয়; তাহলে প্রথম বস্তুটিকে দ্বিতীয়টির দ্বিগুণ বড় বলে মনে হবে। কিন্তু তুমি যদি প্রথমটিকে তোমার থেকে ১০০ ব্র্যাচিয়া দূরে রাখো এবং দ্বিতীয় বস্তুটিকে রাখো ১০১ ব্র্যাচিয়া দূরত্বে, তাহলে দেখবে যে ১০০, ১০১-এর চেয়ে যত ছোট, প্রথমটিকে দ্বিতীয় বস্তুটির চেয়ে মাত্র তত বড়ই লাগছে। এর বিপরীত বিবৃতিও একইরকম সত্য। আবার এ-ও প্রমাণ করা যায় যে দর্শকের চোখের থেকে অনুরূপ বস্তুসমূহের দূরত্ব যত বাড়ে, তাদের মাপও ঠিক সেই অনুপাতে হ্রাস পায়।

১০৭

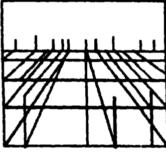
অনুরূপ বস্তুসমূহের মধ্যে সবচেয়ে দূরস্থিত বস্তুটিকে ক্ষুদ্রতম বলে মনে হয়

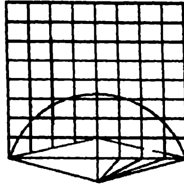
স্বাভাবিক পরিপ্রেক্ষিত সম্পর্কে

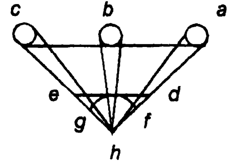
পরিপ্রেক্ষিতবিদ্যার চর্চা ও অনুশীলনকে ... ভাগে ভাগ করা যায়, যার মধ্যে প্রথমটি যে-কোন দূরত্বে অবস্থিত দৃষ্টিগোচর বস্তুসমূহ নিয়ে আলোচনা করে এবং দেখায় যে যাবতীয় বস্তু চোখ যখন দেখে তখন কিছুটা হ্রাসপ্রাপ্ত হয়, লোকে এক জায়গা ছেড়ে অন্য কোন জায়গায় দাঁড়িয়ে দেখলেও তার কোন পরিবর্তন হয় না যতক্ষণ না ঐ সমতলক্ষেত্রে কোন দ্বিতীয় প্রকার হ্রাসপ্রাপ্তির সম্ভাবনা ঘটে।

কিন্তু দ্বিতীয়টি অংশত প্রাকৃতিক ও অংশত ব্যবহারিক (শৈল্পিক) পরিপ্রেক্ষিতের সম্মিলনজাত এবং এর নিয়মানুযায়ী করা কাজ তার প্রত্যেক অংশে স্বাভাবিক ও কৃত্রিম পরিপ্রেক্ষিত দ্বারা প্রভাবিত। প্রাকৃতিক বা স্বাভাবিক পরিপ্রেক্ষিত বলতে আমি বোঝাতে চাইছি যে যেখানে এই পরিপ্রেক্ষিত প্রদর্শিত হচ্ছে, সেটি একটি মসৃণ সমতলক্ষেত্র, যার দৈর্ঘ্য ও উচ্চতা উভয়েই সমান্তরাল হলেও কাছের থেকে দূরের অংশে তা অনেক বেশি হ্রাসপ্রাপ্ত হতে বাধ্য। উপরে যা বলা হয়েছে তার প্রথমাংশ থেকেই এ কথা প্রমাণিত এবং এ ঘটনা অত্যন্ত স্বাভাবিকও বটে। কিন্তু কৃত্রিম বা ব্যবহারিক পরিপ্রেক্ষিত, শিল্পের ক্ষেত্রে প্রয়োগের জন্য যা উদ্ভাবিত, তা ঠিক এর বিপরীত কাজ করে। কেননা একই মাপের বস্তুগুলি এক্ষেত্রে ঐ সমতলভূমির উপর বৃদ্ধিলাভ করে, এবং চোখ সেক্ষেত্রে যত স্বাভাবিক ও ঐ সমতলের যত নিকটবর্তী হয় এবং সমতলের যে-অংশে তা চিত্রিত চোখের থেকে তা যত দূরে যায়, আনুপাতিক হারে সামনের দিক থেকে ততই হ্রাসপ্রাপ্ত হয়।

সূত্র ১০৭ মূল পাণ্ডুলিপিতে ঠিক ক'ভাগ তার উল্লেখ নেই।



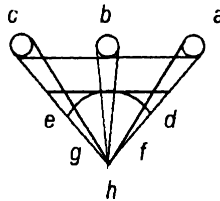




এখন ধরা যাক de সমতলক্ষেত্রের উপর তিনটি একই মাপের বৃত্ত a, b ও c-কে দেখা যাচ্ছে ঐ সমতলক্ষেত্র পেরিয়ে অবস্থিত। এখন দেখো যে h-চোখ উল্লম্ব সমতলক্ষেত্রে তাদের প্রতিচ্ছবির অংশবিশেষ দেখতে পাচ্ছে, যেগুলি দূরে আছে তাদের অনেক বেশি অংশ এবং তুলনায় যেগুলি কাছে আছে তার অনেক কম অংশই চোখে পড়ছে।

১০৮

প্রাকৃতিক বা স্বাভাবিক পরিপ্রেক্ষিত কাজ করে বিপরীতভাবে। কেননা, অধিক দূরত্বে দৃষ্ট বস্তুকে এক্ষেত্রে ক্ষুদ্রতর বলে মনে হয়, এবং নিকট-দূরত্বে মনে হয় বৃহত্তর। কিন্তু এই উদ্ভাবনের ক্ষেত্রে দর্শককে একটি ক্ষুদ্র ছিদ্রপথে চোখ লাগিয়ে দাঁড়াতে হয় এবং তখন গোটা ব্যাপারটা অত্যন্ত সরল রূপে প্রতীয়মান হয়। কিন্তু যেহেতু এই ছিদ্রপথে প্রতিভাত এক ও অনন্য দৃশ্য দেখার জন্য অনেককেই রীতিমতো বেগ পেতে হয়, মাত্র কেউ-কেউই এই



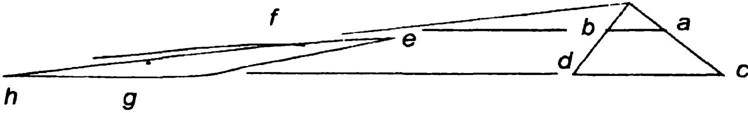
পরিপ্রেক্ষিতের কার্যকারিতা ও পরিণতি এক্ষেত্রে স্পষ্ট করে বুঝতে পারে, বাকিরা অযথা বিভ্রান্ত হয়। সেহেতু এই ধরনের জটিল পরিপ্রেক্ষিত পরিহার করে সরল পরিপ্রেক্ষিতের প্রতিই মনোযোগ দেওয়া শ্রেয়ো, যেখানে ঐ সমতলক্ষেত্রের সামনের দিক থেকে ক্রমহ্রাসপ্রাপ্তির ঘটনাকে অতিরিক্ত মূল্য না-দিয়ে তার প্রকৃত গঠনাকৃতির প্রতিই যথাসম্ভব নজর দেওয়া হয়। এই সরল পরিপ্রেক্ষিত, যেখানে সমতলক্ষেত্রটি চোখের সমদূরত্ব থেকে চোখে প্রতিবিম্ব-প্রেরণকারী পিরামিডগুলিকে ছেদ করে, তা আমাদের দৈনন্দিনের নিরন্তর অভিজ্ঞতার অংশ,

অক্ষিতারকার বর্তুলাকার গঠন ও দৃষ্টিবিন্দু থেকে যার উপর সমদূরত্বে পিরামিডগুলি পরস্পরকে ছেদ করে।

১০৯

স্বাভাবিক ও কৃত্রিম পরিপ্রেক্ষিতের সংমিশ্রণ প্রসঙ্গে

নিচের ছবি স্বাভাবিক ও কৃত্রিম পরিপ্রেক্ষিতকে পৃথক করে দেখায়। কিন্তু এ প্রসঙ্গে আর বলার আগে আমি স্বাভাবিক ও কৃত্রিম পরিপ্রেক্ষিতের সংজ্ঞা দিতে চাই। স্বাভাবিক পরিপ্রেক্ষিত বলে যে একই মাপের বস্তুর মধ্যে দূরতরটিকে ক্ষুদ্রতর এবং বিপরীতভাবে নিকটতরটিকে দেখে বৃহত্তর বলে মনে হয় এবং দূরত্বের অনুপাতে বস্তুর আপাত-মাপ কমে আসে। কিন্তু কৃত্রিম

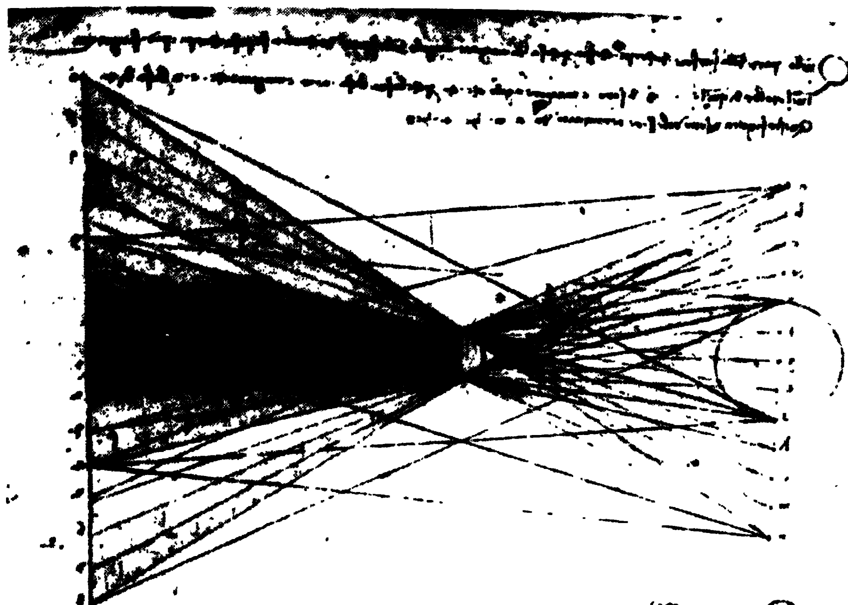


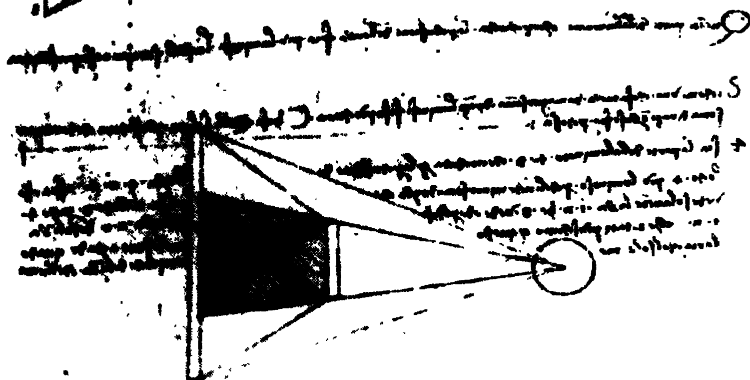
পরিপ্রেক্ষিতের ক্ষেত্রে যখন অসম মাপের বস্তুগুলিকে বিভিন্ন দূরত্বে রাখা হয়, তখন ক্ষুদ্রতমটি বৃহত্তমটির চেয়ে চোখের অনেক কাছে থাকে এবং সর্বাধিক দূরত্বকে দেখে মনে হয় ন্যূনতম। এর কারণ যার উপরে বস্তুগুলি প্রতিভাত হয় সেই সমতলক্ষেত্রটি এক্ষেত্রে তার দৈর্ঘ্যবরাবর চোখের থেকে অসম দূরত্বে স্থাপিত। সমতলক্ষেত্রটির এহেন হ্রাসপ্রাপ্তি স্বাভাবিক, কিন্তু এর উপরে দেখানো পরিপ্রেক্ষিত সম্পূর্ণ কৃত্রিম, কেননা তা উক্ত সমতলক্ষেত্রের প্রকৃত হ্রাসপ্রাপ্তির সঙ্গে কোথাও মেলে না। যার থেকে বলা যায় যে চোখ যে-দিকে তাকিয়ে ছিল কোনভাবে পরিপ্রেক্ষিতের সেই স্থিত বিন্দু থেকে সরে আসে, সমস্ত চিত্রিত বস্তুকে দেখে তখন মনে হয় বিরাট, দৈত্যাকার। এ ঘটনা উপরে সংজ্ঞাত স্বাভাবিক পরিপ্রেক্ষিতের ক্ষেত্রে কখনও ঘটে না। ধরা যাক abcd বর্গক্ষেত্রটি সম্মুখদিকের কেন্দ্রে স্থাপিত চোখ দিয়ে দেখলে সামনের দিক থেকে পিছনের দিকে ক্রমশ ক্ষুদ্র হয়ে আসে। কিন্তু el main-নামের এই চতুষ্কোণ সমতলক্ষেত্রে স্বাভাবিক ও কৃত্রিম পরিপ্রেক্ষিতের সংমিশ্রণ দেখা যেতে পারে, অর্থাৎ চোখ যতক্ষণ তার প্রথমিক অবস্থান c ও d-এর মাঝামাঝি থাকে, ততক্ষণ দর্শকের চোখে efgh-কে abcd-র সমান বলে মনে হবে। এর পরিণাম হবে ভালোই, কেননা সমতলক্ষেত্রের প্রাকৃতিক পরিপ্রেক্ষিত তখন তার খুঁতগুলি লুকিয়ে রাখবে, নচেৎ যা দৈত্যাকার বলে মনে হতে পারে।

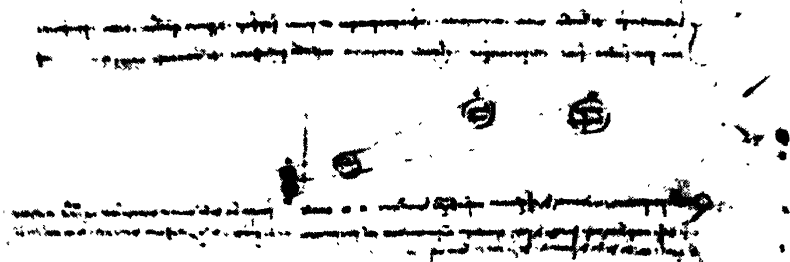
সূত্র ১০৯ el main শব্দটি পাণ্ডুলিপিতে পরিষ্কারভাবে লেখা আছে, কিন্তু এর অর্থ ও ব্যুৎপত্তি বোঝা যায় না।

৩

আলো-ছায়া বিষয়ক ছ'টি অধ্যায়







সাধারণ ভূমিকা



১১০

প্রস্তাবনা

প্রথমে তুমি তত্ত্ববস্তু ব্যাখ্যা করবে, তারপর যাবে অনুশীলনে। প্রথমে তুমি অস্বচ্ছ বস্তুর উপর আলো-ছায়ার বর্ণনা দেবে, তারপর যাবে স্বচ্ছ বস্তুর কথায়।

১১১

ভূমিকা

আলো-ছায়া বিষয়ক অধ্যায়ের রূপরেখা

[ছায়ার প্রকৃতি এবং যেভাবে তা অন্য কোন কিছুর উপর নিক্ষিপ্ত হয়, সে নিয়ে আলোচনার পরে এখন আমি যে-সমস্ত জায়গার উপরে তা পড়ে তার বক্রতা, তির্যকত্ব, সমতলীয়তা বা সংক্ষেপে তার যে-কোন চরিত্র যা আমি নির্ণয় করতে সক্ষম হব, সে বিষয়ে আলোচনা করব।]

আলোর প্রতিবন্ধকতাই ছায়া। পরিপ্রেক্ষিতবিদ্যায় ছায়ার গুরুত্ব আমার কাছে অপরিসীম, কারণ ছায়া ছাড়া কোন অস্বচ্ছ ও ঘন বস্তুকে স্পষ্টভাবে চিহ্নিত করা যায় না, তাদেরই পরিলেখ ও সীমারেখার ভিতরে বস্তুত যা রয়েছে, ভালো করে তা বোঝা যায় না যদি-না তাদেরই বিভিন্ন ছায়-সম্বলিত প্রেক্ষাপটের বৈপরীত্যে তা দেখানো যায়। ফলে, ছায়া সম্পর্কে আমার প্রথম প্রতিপাদ্যে আমি বলব যে প্রতিটি অস্বচ্ছ বস্তু আলো-ছায়ার দ্বারা পরিবেষ্টিত এবং তাদের সমগ্র উপরিতল আলো এবং ছায়ায় পরিবৃত। এবং এই প্রতিপাদ্যের ভিত্তিতেই আমি প্রথম অধ্যায়টি গড়ে তুলেছি। এ ছাড়া, ছায়াসমূহের রয়েছে নিজ-নিজ বিভিন্ন মাত্রার অন্ধকার, উজ্জ্বল আলোকরশ্মির সেখানে অনুপস্থিতির পরিমাণগত বিভিন্নতাই তার কারণ। এদের আমি বলব প্রাথমিক ছায়া, কারণ ছায়ার রাজ্যে তারাই প্রথম এবং তারা যে-বস্তুর সংলগ্ন, তার সঙ্গে

সূত্র ১১১ বন্ধনীভুক্ত অংশে লিওনার্দো বোধহয় কোন বিশেষ পাণ্ডুলিপির কথা বলেছেন, কিন্তু তা স্পষ্ট নয়।

অবিচ্ছেদ্য। এর উপরেই গড়ে উঠবে আমার দ্বিতীয় অধ্যায়। এই সমস্ত প্রাথমিক ছায়া থেকেই আবার আরও কিছু ছায়ারশ্মি তৈরি হয়, চতুর্দিকের আবহমণ্ডলে যা ছড়িয়ে পড়ে এবং যে-প্রাথমিক ছায়া থেকে তারা উদ্ভূত হয় তদনুযায়ী তাদের চরিত্র নির্ধারিত হয়, ফলে এই সমস্ত ছায়াকে আমি বলব আহৃত ছায়া, যেহেতু তারা অন্য ছায়া থেকে উদ্ভূত বা আহৃত; তৃতীয় অধ্যায়ে আমি এ নিয়ে আলোচনা করব। এই সমস্ত আহৃত ছায়া যেখানে অন্যান্য বস্তুতে বাধাপ্রাপ্ত হয়, নিক্ষেপকালে সেই জায়গার চরিত্রানুযায়ী সেখানে তার পরিণামও নানারকম হয়— এ সম্পর্কে আমি আলোচনা করব চতুর্থ অধ্যায়ে। এবং যেহেতু চারিদিকেই এই আহৃত ছায়ার রাজ্য, তাই যেখানে এই আহৃত ছায়া বাধাপ্রাপ্ত হয়, সেখানে সবসময়ই এমন একটি জায়গা থাকে যেখানে আলো পড়ে এবং প্রতিফলিত বিকিরণে সে পুনরায় নিক্ষিপ্ত হয় তার কারণে বা উৎসে, মিলিত হয় তার মূল বা প্রকৃত ছায়ার সঙ্গে, মিশ্রিত হয় এবং তার চরিত্রে কিছু পরিবর্তন আনে — এই নিয়ে আমি লিখব পঞ্চম অধ্যায়ে। ষষ্ঠ অধ্যায়ে আমি রশ্মিজাত এই সমস্ত প্রতিফলনের সমূহ বিভিন্নতা বিষয়ে অনুধাবন করব, যে-বিভিন্ন বস্তু থেকে এই সমস্ত রশ্মি নির্গত হয়, তার বিবিধ বর্ণের কিছুটা বিকীর্ণ করে মূল ছায়ার চরিত্রেও যা আংশিক পরিমার্জন ও পরিবর্তন আনে। এই সব প্রতিফলিত রশ্মি যেখানে পড়ে এবং যেখান থেকে উৎসারিত হয়, তার মধ্যে যে দূরত্বের বিভিন্নতা রয়েছে এবং অস্বচ্ছ বস্তুর উপর পড়ে তারা যে বর্ণের বিভিন্নতা আহরণ করে, তা-ই নিয়ে আলোচনা করা হবে সপ্তম অধ্যায়ে।

১১২

আলোচনার নীতি ও পরিকল্পনা

প্রথমে আমি জানালা দিয়ে আগত আলোর কথা আলোচনা করব, যাকে আমি বলি নিয়ন্ত্রিত আলো এবং তারপর বিবৃত করব খোলা মাঠে আলোর চরিত্র, যার নাম আমি দেব বিকীর্ণ আলো। তার পরে আমি আলোকদীপ্ত (বা জ্যোতির্ময়) বস্তুর কথায় আসব।

১১৩

চিত্র বিষয়ে

চোখ দিয়ে দেখা ছায়া ও আলোর তিন অবস্থা। তার মধ্যে প্রথমটি হলো যখন চোখ ও আলো দৃষ্ট বস্তুর একই দিকে আছে। দ্বিতীয় হলো, চোখ যখন বস্তুর সামনে এবং আলো তার পিছনে রয়েছে। তৃতীয়টি হলো, যখন চোখ বস্তুর সামনে রয়েছে এবং আলো তাব একদিকে এমনভাবে

রয়েছে যে বস্তু থেকে চোখ পর্যন্ত একটি রেখা এবং বস্তু থেকে আলো পর্যন্ত আর-একটি রেখা টানলে তা যেখানে মিলিত হয়, সেখানে একটি সমকোণের সৃষ্টি হয়।

১১৪

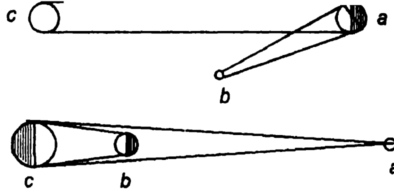
বিষয়ে

এটি আর-একটি বিভাগ : যা চোখ এবং আলোর মধ্যে স্থাপিত বস্তু থেকে বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রতিফলনের চরিত্র বিষয়ক।

১১৫

চিত্র প্রসঙ্গে

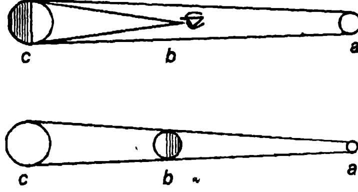
যাবতীয় দৃশ্যমান বস্তুর ক্ষেত্রে তিনটি বিষয়ে লক্ষ রাখা আবশ্যিক। চোখ, যা অবলোকন করে, এই হলো তার বিভিন্ন অবস্থান: আলোর সাপেক্ষে দৃষ্ট বস্তুর অবস্থান এবং বস্তুকে যা উজ্জ্বল



করে তুলছে সে-ই আলোর অবস্থান। প্রথম ছবিতে b হলো চোখ, a দৃষ্ট বস্তু, c আলো। দ্বিতীয় ছবিতে a হলো চোখ, b আলো বা আলোকদীপ্ত বস্তু এবং c হলো আলোকিত বস্তু।

১১৬

ধরা যাক a হলো আলো, b হচ্ছে চোখ এবং c চক্ষুদৃষ্ট আলোকিত বস্তু। এখানে দেখা যাচ্ছে : প্রথমত, আলো এবং বস্তুর মধ্যে চোখের অবস্থান; দ্বিতীয়ত চোখ এবং বস্তুর মধ্যে আলোর অবস্থান, এবং তৃতীয়ত চোখ এবং আলোর মধ্যে বস্তুর অবস্থান।



a হলো চোখ, b আলোকিত বস্তু এবং c হচ্ছে আলো।

১১৭

চিত্রকলা প্রসঙ্গে

অস্বচ্ছ বস্তুকে আলোকিত করে এমন তিন ধরনের আলো

বিভিন্ন ধরনের আলো

প্রথম প্রকারের আলো, যা অস্বচ্ছ বস্তুকে আলোকিত করে, তাকে বলা যায় স্পষ্ট ও প্রত্যক্ষ আলো — যেমন সূর্য বা জানালা-বাহিত আলো বা আগুনের শিখা। দ্বিতীয় প্রকার হলো বিকিরিত (বিশ্বজগতের) আলো, যেমন আমরা দেখে থাকি মেঘাচ্ছন্ন বা কুয়াশাচ্ছন্ন আবহাওয়ায় বা ঐ ধরনের কোন বিশেষ অবস্থায়। তৃতীয় প্রকারভেদটি হলো প্রশমিত আলোর অর্থাৎ সূর্য যখন দিগন্তের ওপারে চলে যায়, যেমন সন্ধ্যার আলো বা ভোর সকালের আলো।

১১৮

আলোক প্রসঙ্গে

অনচ্ছ বা অস্বচ্ছ বস্তুকে আলোকিত করতে পারে, এমন আলো চার প্রকারের। এগুলি হলো : বিকিরিত আলো, অর্থাৎ দিগন্তব্যাপী আবহমণ্ডলের আলো। দ্বিতীয়টি স্পষ্ট ও প্রত্যক্ষ আলো, অর্থাৎ সূর্য; কিংবা জানালা, দরজা বা অন্য কোন পথ-বাহিত আলো। তৃতীয়টি হলো প্রতিফলিত আলো এবং চতুর্থ আর-এক প্রকার আলো অর্ধ-স্বচ্ছ কোন বস্তু, যেমন সূক্ষ্ম বস্ত্র, কাগজ বা ঐ জাতীয় কোন কিছুর মধ্য দিয়ে সঞ্চরিত বা বাহিত হয়। কিন্তু কাঁচ, স্ফটিক বা ঐ ধরনের সম্পূর্ণ স্বচ্ছ বস্তুর মধ্যে দিয়ে সঞ্চরিত আলো, যা দেখে মনে হয় যে ছায়াচ্ছন্ন বস্তু ও আলোর মধ্যে যেন আদৌ কোন প্রতিবন্ধকতা নেই, তার কথা এখানে নয়, পরে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হবে।

১১৯

আলো এবং ছায়া প্রকৃতপক্ষে কী

ছায়ার প্রকৃতি : সংজ্ঞা

ছায়া হলো আলোর অনুপস্থিতি, বা বলা যায় কোন অনচ্ছ বস্তুতে আলোকরশ্মির বাধাপ্রাপ্তি। ছায়ার প্রকৃতি হলো অন্ধকার। (কোন বস্তুর উপর নিক্ষিপ্ত) আলোর প্রকৃতি ঐ উজ্জ্বল, আলোকপ্রভ বস্তুরই সমরূপ; একটি প্রচ্ছন্ন করে, আর-একটি প্রকাশ করে। আলোছায়া যাবতীয় বস্তুর সঙ্গে অবিচ্ছেদ্যভাবে সম্পর্কিত। কিন্তু ছায়া আলোর চেয়ে ঢের বেশি ক্ষমতাশালী, কেননা ছায়া কোন বস্তুকে আলোর থেকে সম্পূর্ণ ব্যাহত বা বঞ্চিত করতে পারে, অথচ আলো কখনওই কোন অনচ্ছ বস্তু থেকে ছায়ার সম্পূর্ণ অপনোদন ঘটাতে পারে না।

১২০

ছায়া হলো মাঝপথে কোন অনচ্ছ বস্তুর হস্তক্ষেপে আলোর হ্রাসপ্রাপ্তি। ছায়া আসলে আলোকরশ্মিরই অনুপূরক, যা কোন অনচ্ছ বস্তুর দ্বারা ছেদপ্রাপ্ত।



এ কথা প্রমাণ করা সহজ যেহেতু ছায়ায় রূপান্তরিত আলোকরশ্মি রূপে ও আকারে কোন বস্তুর উপর নিক্ষিপ্ত ছায়ার অনুরূপ।

১২১

ছায়া, আলো এবং অন্ধকার—এই উভয়েরই ক্রমাবনতি বা হ্রাসপ্রাপ্তি, বস্তুত ছায়ার অবস্থান আলো এবং অন্ধকারের মাঝামাঝি।

কোন ছায়া চূড়ান্ত অন্ধকার হতে পারে, আবার চূড়ান্ত মাত্রায় অন্ধকারের অনুপস্থিতিও হতে পারে।

ছায়ার শুরু ও শেষ আলো ও অন্ধকারের মাঝখানে এবং তা চূড়ান্তভাবে কমতে বা বাড়তে পারে। ছায়াই হলো সেই উপায় যার মাধ্যমে বস্তু তার গড়ন প্রকাশ করে।

বস্তুরাশির গড়ন পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে বোঝাই যেত না, যদি ছায়া না-থাকত।

১২২

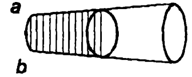
ছায়ার প্রকৃতি সম্পর্কে

ছায়ার প্রকৃতি অন্যান্য জাগতিক বস্তুর অনুরূপ। এ ধরনের যাবতীয় বস্তুই শুরুতে অনেক শক্তিশালী হয় এবং শেষের দিকে ক্রমেই দুর্বল হয়ে পড়ে। আমি বলেছি শুরুর সময়ে, সে তার গড়ন বা অবস্থা যা-ই হোক না কেন, তা দৃশ্যমানই হোক বা অদৃশ্য। তার মানে এই নয় যে ক্ষুদ্র গোড়াপত্তন থেকে তারা ঠিক সময়মতো বিপুল আকারে বেড়ে ওঠে, বিরাট ওকগাছের ক্ষেত্রে যেমন, ছোট্ট বীজ থেকেই তার ক্ষীণ সূত্রপাত। তথাপি আমি বলব যে শুরুতেই ঐ ওকগাছ সবচেয়ে শক্তিশালী, অর্থাৎ ঠিক যেখানে তা মাটি ফুঁড়ে উঠেছে, সেখানে তার বেড়ও সবচেয়ে বেশি — যাই হোক, ফিরে আসি আগের কথায় — অন্ধকার, অতএব, সর্বাধিক মাত্রার ছায়া, এবং আলো, তার সর্বনিম্ন মাত্রা। সুতরাং হে চিত্রকর, যে-বস্তুর ছায়া নিক্ষিপ্ত হয়েছে, তার নিকটবর্তী অংশের ছায়া সবচেয়ে গাঢ় করে তোল, এবং তার শেষাংশ বা সবচেয়ে দূরবর্তী অংশকে আলোর সঙ্গে প্রায় মিলিয়ে দাও, এমনভাবে যে দেখে যেন মনে হয় প্রকৃতপক্ষে তার কোন সীমা বা শেষ নেই।

১২৩

বিভিন্ন ধরনের ছায়া সম্পর্কে

অন্ধকার হলো আলোর অভাব বা অনুপস্থিতি। আর ছায়া হলো আলোর ক্রমাবনতি বা হ্রাসপ্রাপ্তি। প্রাথমিক ছায়া হলো সেই ছায়া, নিরালোকে স্থিত কোন অবয়ব থেকে যা অবিচ্ছেদ্য। আর আহৃত ছায়া হলো ছায়াচ্ছন্ন কোন অবয়বের সঙ্গে যা সরাসরি সংযুক্ত নয়, কিন্তু চতুর্দিকের আবহে পরিব্যাপ্ত। আলোকিত উপরিতল বা পৃষ্ঠতল দ্বারা পরিবেষ্টিত যা, তা-ই হলো নিক্ষিপ্ত কোন স্বচ্ছ ছায়া। সরল ছায়া, তার কারণ বা উৎস যে-আলোকময় বস্তু, তার থেকে কোন আলো পায় না। আলোকময় বস্তু ab-র কিনার থেকে শুরু হয় যে-রেখা, তার মধ্যে সরল ছায়ার জন্ম।



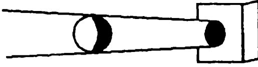
১২৪

সরল ছায়া হলো সেই ছায়া, যেখানে আদপে কোন আলোই অনুপ্রবেশ করে না। অন্যদিকে, মিশ্র বা জটিল ছায়া এক বা একাধিক আলোয় উদ্ভাসিত হয়।

১২৫

কোন অবয়ব থেকে অবিচ্ছেদ্য ছায়া এবং নিক্ষিপ্ত ছায়ার মধ্যে পার্থক্য কী

আলোকিত কোন অবয়বে যা সর্বদা উপস্থিত, তা-ই হলো অবিচ্ছেদ্য ছায়া। উদাহরণস্বরূপ ধরা যাক কোন বলের কথা, যতক্ষণ তা আলোয় রয়েছে, ততক্ষণ তার চলন বা অবস্থানের যতই পরিবর্তন হোক না কেন, ঐ বলের একদিক থেকে কখনওই ছায়ার অপনোদন হয় না।



বিচ্ছিন্ন ও অবিচ্ছেদ্য ছায়া



বিচ্ছিন্ন অদৃশ্য ছায়া

ঐ অবয়ব থেকে বিচ্ছিন্ন কোন ছায়া উৎপন্ন হতেও পারে, আবার না-ও হতে পারে। ধরা যাক, কোন বল দেওয়াল থেকে ১ ব্র্যাচিও দূরত্বে রয়েছে এবং তার বিপরীত দিকে রয়েছে আলোর উৎস। এই আলো দেওয়ালের দিকে বলের যে-অংশ রয়েছে সেখানে যেরকম ছায়ার সৃষ্টি করবে, ঠিক তার মতো দেওয়ালেও বলের একটি ছায়া নিক্ষেপ করবে। নিক্ষিপ্ত ছায়ার ঐ অংশ আর দেখা যাবে না যখন আলো বলের নিচে নিয়ে আসা হবে। ঐ ছায়া তখন আকাশের দিকে নিক্ষিপ্ত হবে এবং পথে কোন বাধার সম্মুখীন না-হওয়ার ফলে পথিমধ্যে হারিয়ে যাবে।

১২৬

দু'ধরনের আলো — একটি অবয়বের সঙ্গে অবিচ্ছেদ্য, আর একটি বিচ্ছিন্ন — কীভাবে তা হয়

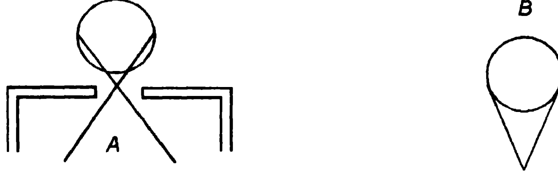
বিভিন্ন ধরনের আলো সম্পর্কে

বিচ্ছিন্ন আলো কোন বস্তু বা অবয়বের উপর বাইরে থেকে নিক্ষিপ্ত হয়। আর অবিচ্ছেদ্য আলো হলো বস্তুর সে-ই অংশ, ঐ আলোয় যা উদ্ভাসিত। একটিকে বলে প্রাথমিক আলো, অন্যটি আহৃত। এই একইভাবে ছায়াও দু'প্রকারের — একটি প্রাথমিক, অন্যটি আহৃত। প্রাথমিক ছায়া অবয়বের সঙ্গে অবিচ্ছেদ্য আর আহৃত ছায়া বস্তু থেকে বাহিত হয়ে দেওয়ালের তলে তার কারণ বা উৎসরূপী ঐ বস্তুর গড়ন প্রকাশ করে।

১২৭

দুটি ভিন্ন ধরনের আলো কীভাবে সৃষ্টি হয় — একটিকে বলা হয় বিকিরিত আলো, অন্যটি

নিয়ন্ত্রিত। বিকিরিত আলো বস্তুকে স্বাধীনভাবে আলোয় উদ্ভাসিত করে। নিয়ন্ত্রিত আলো কোন



জানালা বা খোলা জায়গা দিয়ে প্রবেশ করে বস্তুর শুধুমাত্র ঐ দিক আলোকিত করে।

১২৮

সাধারণ মন্তব্য আলো অন্ধকারের থেকে বহুদূরের জিনিশ। ছায়া বস্তুত আলোর প্রতিবন্ধকতা। প্রাথমিক আলো কোন বস্তুর উপর (বাইরে থেকে) নিক্ষিপ্ত হয় এবং আলো-ছায়ার সৃষ্টি করে। আহৃত আলো হলো কোন বস্তুর সে-ই অংশ যা প্রাথমিক আলোয় উদ্ভাসিত। অন্যদিকে, প্রাথমিক ছায়া হলো বস্তুর সে-ই অংশ যেখানে কোন আলো নিক্ষিপ্ত হয় না।

আলো এবং ছায়ার সাধারণ বিন্যাস বায়ুস্তরের মধ্যে দিয়ে বাধাহীনভাবে সঞ্চারিত কোন ছায়াচ্ছন্ন বা আলোকোদ্ভাসিত বস্তু যেসমস্ত রশ্মি নিক্ষেপ করে এবং আলো ও ছায়ার রশ্মিসমূহ যেখানে পরস্পরকে ছেদ করে, তার সামগ্রিক যোগফল।

এবং চোখ কোন বস্তুর গড়ন সবচেয়ে ভালোভাবে বুঝতে পারে যখন তা ছায়াচ্ছন্ন ও আলোকোদ্ভাসিত অংশের মাঝামাঝি স্থাপিত হয়।

১২৯

পরিপ্রেক্ষিতের ব্যাখ্যায় যে-সমস্ত স্বতঃসিদ্ধ আমি স্বীকার করে নেওয়া জরুরি মনে করি, তার স্মারকলিপি

অন্তত এইটুকু অনুগ্রহ আমাকে করা হোক যে আমি যেন জোর দিয়ে এ কথা বলতে পারি, প্রতিটি রশ্মি যখন সমঘনত্বের বায়ুস্তরের মধ্যে দিয়ে পরিবাহিত হয় তখন তা তার উৎস থেকে কোন বস্তু বা স্থানের উপর নিক্ষিপ্ত হওয়ার সময় সরলরেখায় ভ্রমণ করে।

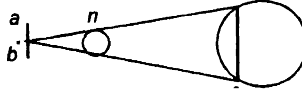
সূত্র ১২৭ প্রথম ছবিতে যেখানে A লেখা আছে, লিওনার্দো সেখানে লিখেছিলেন নিয়ন্ত্রিত আলো আর দ্বিতীয় ছবির B-বিন্দুতে লেখা ছিল বিকীর্ণ আলো।



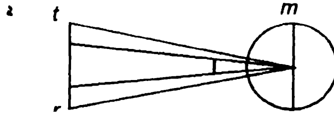
১৩০

আলোর প্রকৃতি বিষয়ে

যে-কারণে আমরা জানতে পারি যে আলো কোন একক কেন্দ্র থেকে বিকিরিত হয়, তা হলো এই : বৃহৎ আকারের কোন আলো কোন ক্ষুদ্র বস্তুর চেয়ে পরিসরে অনেক বড় এবং তার রশ্মিসমূহ ঐ বস্তুর চেয়ে এমনকী বিস্তারে দ্বিগুণ হলেও নিকটবর্তী কোন তলে ঐ বস্তুর ছায়া আমরা খুব সহজেই দেখতে পাই।



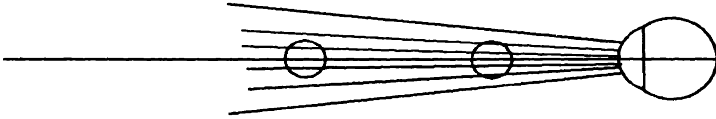
ধরা যাক ছবিতে cf হলো ঐ বৃহৎ আলো আর n তার সম্মুখস্থিত বস্তু, যার ছায়া পড়েছে নিকটস্থ সমতলে – ab হলো ঐ সমতল। ঐ বৃহৎ আলো যে সামগ্রিকভাবে n-ছায়া নিক্ষেপ করেনি, বরং আলোর যে.এক স্বকীয় কেন্দ্র আছে, এই পরীক্ষায় তা পরিষ্কার। ঐ সমতলে ছায়া কীভাবে পড়ে তা দেখানো হয়েছে পরের ছবিতে।



কেন দু'চোখের কাছে বা দু'চোখের সামনে তিনটি বস্তুকে দেখে মনে হয় যে আসলে তা দুটি-ই?

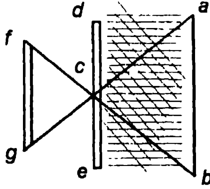
কেন, যখন তুমি দু'চোখে কোন বস্তুর অভিমুখ আন্দাজ করার চেষ্টা করো, তখন কাছেরটিকে তুলনায় অস্পষ্ট লাগে। আমি বলছি যে চোখ থেকে সংখ্যায় অন্তহীন রেখা অভিক্ষিপ্ত হয় যা

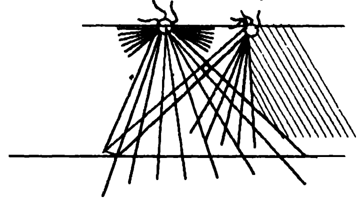
আবার যে-বস্তুর দিকে তাকানো হচ্ছে, তার থেকে নিক্ষিপ্ত রেখাসমূহের সঙ্গে মিলেমিশে যায় বা যুক্ত হয়। এবং তার মধ্যে শুধুমাত্র কেন্দ্রীয় রেখাটি বা সবচেয়ে অনুভূতিসম্পন্ন রেখাটি রঙ ও বস্তুর গড়ন পৃথকভাবে বিচার করতে পারে, তা ছাড়া আর সবই মিথ্যা বা অর্থহীন রেখার বিভ্রম মাত্র। তুমি যদি বাহুর অর্ধেক দূরত্বে পর-পর দুটি বস্তু রাখো এবং তার মধ্যে কাছেরটি যদি চোখের খুব নিকটবর্তী হয়, তাহলে তার গড়ন দ্বিতীয়টির চেয়ে অনেকবেশি অস্পষ্ট ও অনিশ্চিত বলে মনে হবে। তার সহজ কারণ হলো দ্বিতীয়টির চেয়ে প্রথমটি এক্ষেত্রে অনেক বেশি সংখ্যক ভুল রেখায় বিভ্রান্ত, ফলত অস্পষ্ট।



আলোও একইভাবে কাজ করে। কেননা বিশেষত পরিপ্রেক্ষিতের ক্ষেত্রে তার রেখাসমূহের (রশ্মি) চরিত্র চোখের অনুরূপ এবং শুধু তার কেন্দ্রীয় রশ্মিসমূহই প্রকৃত ছায়া নিক্ষেপ করে। যখন তার সম্মুখস্থ কোন বস্তু খুব দ্রুত নিষ্প্রভ রশ্মিতে আলোকিত হয়ে ওঠে, তখন তা বৃহৎ, বিষমানুপাতিক ও প্রায়শ অস্পষ্ট ছায়া নিক্ষেপ করে; কিন্তু যখন, ছায়া যেখানে নিক্ষিপ্ত হয়, তার কাছাকাছি রেখাগুলি পরস্পরকে ছেদ করে তখন ছায়া হয়ে ওঠে স্পষ্ট ও সুসংজ্ঞাত। এবং তা আরও স্পষ্ট হয়ে ওঠে, যদি আনুপাতিকভাবে আলো আরও দূরস্থিত হয়, কারণ দূরত্ব বেশি হলে কেন্দ্রীয় রশ্মিটি ভুল বা প্রতারক রশ্মিগুলি দ্বারা তুলনায় কম বিভ্রান্ত বা প্রতারিত হয়। এর আরও কারণ এই যে চোখ এবং সূর্যের রশ্মি বা অন্যান্য উজ্জ্বল বস্তুজাত রেখা যখন আবহমণ্ডলের মধ্যে দিয়ে যাতায়াত করে, তখন তা সাধারণত সরলরেখাতেই করে থাকে। অত্যধিক ঘন বা প্রায়-বিরল বায়ুস্তরের মধ্যে দিয়ে যাওয়ার সময় কোন-কোন বিন্দুতে তা ঈষৎ বেঁকে গেলেও বাতাস যখন স্বচ্ছ ও নির্মল, এবং অনার্দ্র, তখন তারা সরলসোজা পথই রক্ষা করে চলে এবং সবসময়ই যে-বস্তুটি পথিমধ্যে তাদের বাধা দেয়, তার প্রতিচ্ছবি উৎসবিন্দুতে ফিরিয়ে দেয়। আর যদি তা চোখের ক্ষেত্রে হয়, তবে বাধাদানকারী বস্তুটিকে তার রঙ, গড়ন ও পরিমাপ-সমেত দেখা যায়। কিন্তু যদি বাধাদানকারী কোন সমতলে ছোট্ট একটি ছিদ্র থাকে ও ছিদ্রটির ওপারে কোন অন্ধকার কক্ষ থাকে, এবং রঙের দিক থেকে নয়, কক্ষটি যদি আলোর অভাবে অন্ধকার হয়, তাহলে দেখবে যে রশ্মিগুলি ঐ ছিদ্রপথ দিয়ে প্রবেশ করে ঐ কক্ষের বিপরীত দিকের সমতলে বস্তুটির রঙ ও গড়নের পুঙ্খানুপুঙ্খ উদ্ভাসিত করে তুলেছে, শুধু সব কিছু তখন উল্টে যাবে, উপরের অংশ দেখা যাবে নিচে, নিচের অংশ চলে যাবে উপরে। কিন্তু ঐ প্রতিচ্ছবি, ছিদ্রটি থেকে

যে-সমতলের উপর রেখাগুলি নিক্ষিপ্ত হচ্ছে বা পড়ছে, তার তুলনামূলক দূরত্ব এবং অন্যদিকে উৎস থেকে তার দূরত্বের আনুপাতিক মাপে পুনর্গঠিত হবে। সেখানে তারা পরস্পরকে ছেদ করবে ও দুটি পিরামিড গঠন করবে, যাদের শীর্ষবিন্দু দুটি হবে একই এবং তাদের ভিত্তিরেখা থাকবে পরস্পরের বিপরীতে।

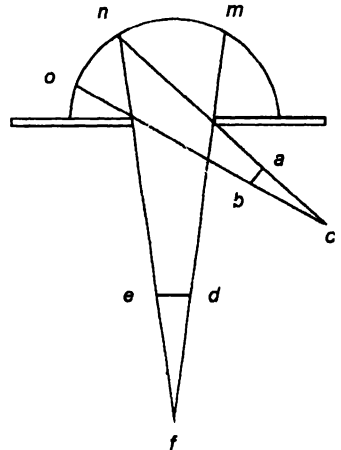




এখন ধরা যাক ab হলো রেখাগুলির উৎসবিন্দু, de প্রথম সমতল ও c হলো ঐ ছিদ্র যেখানে রেখাগুলি পরস্পরকে ছেদ করছে। fg অভ্যন্তরের সমতলক্ষেত্রে। দেখবে যে a ঐ আভ্যন্তরিক সমতলের নিচের অংশ g-তে গিয়ে পড়েছে আর b, যা নিচে ছিল, উপরে উঠে f-এ গিয়ে পড়েছে। যে-কোন পরীক্ষকের কাছেই এ তথ্য স্বতঃপ্রমাণিত যে প্রতিটি উজ্জ্বল বস্তুরই এক স্বকীয় কেন্দ্র বা মর্মস্থল আছে, যেখানে এবং যেখান থেকে সমস্ত রেখাই বিকিরিত হয়, ঐ উজ্জ্বল পৃষ্ঠতল থেকে যা প্রেরিত হয় ও প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে। আর যে-সমস্ত রেখা পথিমধ্যে বাধাপ্রাপ্ত হয় না তা বাতাসে বিকীর্ণ হয়ে মিলিয়ে যায়।

১৩১

রশ্মি, তা ছায়ারই হোক বা আলোর, পাশের কোন অংশের চেয়ে কেন্দ্রে তার ক্ষমতা ও প্রভাব অনেক বেশি



আলোকোজ্জ্বল পিরামিডের বিন্দু যেমন ছায়াচ্ছন্ন জায়গাতেও প্রসারিত হতে পারে, ছায়াচ্ছন্ন পিরামিডের বিন্দুও তেমনি বিস্তৃত হতে পারে আলোকোজ্জ্বল কোন জায়গায় এবং উজ্জ্বল পিরামিডগুলির ক্ষেত্রে যদি অপেক্ষাকৃত বেশি প্রশস্ত ভিত্তিরেখা থেকেও শুরু করা যায়, তথাপি দৈর্ঘ্যের বিভিন্নতাজনিত

কারণে এই উজ্জ্বল পিরামিডগুলি যদি একই মাপের কোণ উৎপন্ন করে, তাহলে তাদের আলোও তীব্রতায় সমান হবে। ছায়াচ্ছন্ন পিরামিডের ক্ষেত্রেও এ কথা একই রকম সত্য। যেমন দেখা যাচ্ছে abc ও def-পিরামিডের ক্ষেত্রে, যারা পরস্পরকে ছেদ করেছে এবং যদিও তাদের ভিত্তিরেখা মাপে আলাদা, তবু বেধ ও আলোর বিচারে তারা সমান।

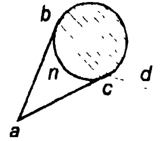
১৩২

আলো এবং দীপ্তির পার্থক্য

আলো এবং দীপ্তির পার্থক্য বিষয়ে। দীপ্তি বর্ণের অন্তর্ভুক্ত নয়, বরং তাকে বলা যায় শ্বেতত্বের সংপৃক্তি এবং কোন সিক্ত বস্তু বা অবয়বের উপরিতল থেকে উৎপন্ন। আলো কিন্তু বস্তুর রঙ গ্রহণ করে, যা প্রতিফলিত হয় চোখে, যেমন সোনালি, রুপালি ইত্যাদি।

১৩৩

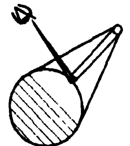
সর্বোচ্চ আলো প্রসঙ্গে, যা চোখের অবস্থান পরিবর্তনের সঙ্গে-সঙ্গে পরিবর্তিত হয়



ধরা যাক বস্তুটি গোলাকার, যেমন এখানে দেখানো হয়েছে এবং আলো রয়েছে a-বিন্দুতে। ধরা যাক বস্তুটির আলোকিত অংশ bc এবং চোখ রয়েছে d-বিন্দুতে। আমি বলছি যে যেহেতু দীপ্তি সর্বব্যাপী এবং প্রত্যেক অংশে সম্পূর্ণ, তাই তুমি যদি d-বিন্দুতে দাঁড়াও, তাহলে দীপ্তি দেখা দেবে c-তে এবং চোখ যে-গতিতে d থেকে a-বিন্দুতে যাবে, দীপ্তি সেই একই গতিতে c থেকে n-এ সরে আসবে।

১৩৪

চিত্রকলা বিষয়ে



সর্বোচ্চ আলো বা দীপ্তি কোন আলোকিত বস্তুর মাঝখানেই যে থাকতে হবে, এমন নয়; বরং যে-চোখ তার দিকে দেখছে, তার অবস্থান পরিবর্তনের সঙ্গে-সঙ্গে তা সরবে।

১৩৫

আলো এবং দীপ্তি প্রসঙ্গে

আলো এবং দীপ্তি, যা কোন অনচ্ছ বস্তুর মসৃণ উপরিতলে দেখা যায়, তাদের মধ্যে পার্থক্য কী?

কোন অনচ্ছ বস্তুর মসৃণ উপরিতল থেকে উৎপন্ন আলো নিশ্চল বস্তুতে সাধারণত নিশ্চল, যে-চোখে তা নিক্ষিপ্ত হচ্ছে তা সচল হলেও তা-ই। কিন্তু ঐ একই বস্তুতে প্রতিফলিত আলো, চোখের পক্ষে যত ভিন্ন-ভিন্ন অবস্থান নেওয়া সম্ভব, উপরিতলের তত পৃথক-পৃথক জায়গায় দীপ্তি ছড়াতে সক্ষম।

আলো পড়লেও কোন্ বস্তু দীপ্তিহীন হতে পারে

অনচ্ছ বস্তু, যার উপরিতল শক্ত, রুক্ষ বা অমসৃণ, তার যে-দিকে যে-অংশেই আলো পড়ুক না কেন, কখনওই কোন দীপ্তি ছড়ায় না।

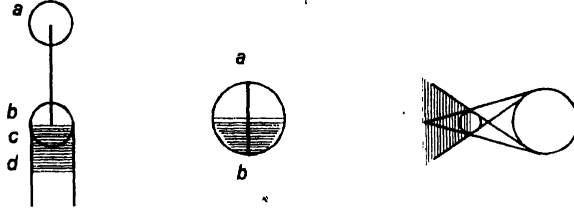
কোন্ বস্তু অনালোকিত মনে হলেও দীপ্তি ছড়ায়

যে-সমস্ত বস্তু অনচ্ছ ও কঠিন এবং যাদের উপরিতলও সমধিক কঠিন, তারা তাদের আলোকিত অংশের প্রত্যেক বিন্দু থেকে আলো (দীপ্তি) ছড়ায়, যদি তারা আলো গ্রহণ করার সেই অবস্থানে থাকে যা চোখের সাপেক্ষে একই আপতন কোণে স্থিত। কিন্তু যে-কোন উপরিতলই যেহেতু চতুর্দিকের যাবতীয় বস্তুর দর্পণস্বরূপ, তা-ই আলোকিত বস্তুটির এই সমস্ত অংশে আলোকিত বস্তুটিকে স্পষ্ট করে বোঝা যাবে না।

১৩৬

ঔজ্জ্বল্য বা আলোকদীপ্তির সঙ্গে আলোকিত বস্তুর সম্পর্ক

আলো এবং ছায়ায় স্থিত কোন বস্তুর উপর দৃশ্যমান আলো এবং ছায়ার মধ্যাঞ্চল প্রাথমিক আলোর যে-মধ্যাংশ, তার বিপরীত। যাবতীয় আলো এবং ছায়াই পিরামিডাকৃতি রেখায় নিজেদের প্রকাশ করে। যে-কোন বস্তুর উপর দৃষ্ট ছায়ার মধ্যভাগ অবশ্যই তার উপর দৃষ্ট আলোর মধ্যভাগের বিপরীত। এক্ষেত্রে বস্তুটির কেন্দ্র-বরাবর একটি সরল ও স্পষ্ট রেখা চলে গিয়েছে বলে মনে করা যায়। আলোর মধ্যভাগ এখানে a-তে এবং ছায়ার মধ্যভাগ b-তে



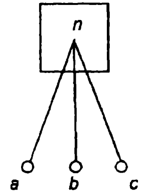
অবস্থিত। (এখন, আলো ও ছায়ায় প্রদর্শিত বস্তুটির ক্ষেত্রে উভয়েরই মধ্যভাগ বস্তুটির কেন্দ্রভাগের সঙ্গে সমস্থানিক হতে হবে এবং সেক্ষেত্রে একটি সরলরেখা উভয়ের এবং ঐ কেন্দ্রের মধ্যে দিয়ে চলে যাবে।)

১৩৭

দেখাও যে যে-কোন দিক থেকে আগত আলো কীভাবে একটি বিন্দুতে সংহত হয়

কোন ঘরের ভিতরে আলো এবং ছায়ার সম্পর্ক বিষয়ে পরীক্ষা

যদিও a, b ও c বলগুলি একটি জানালাবাহিত আলোয় আলোকিত, তবু তুমি যদি তাদের ছায়ার রেখাগুলি অনুকরণ করো তো দেখবে যে তারা পরস্পরকে ছেদ করে n-কোণ তৈরি করছে।

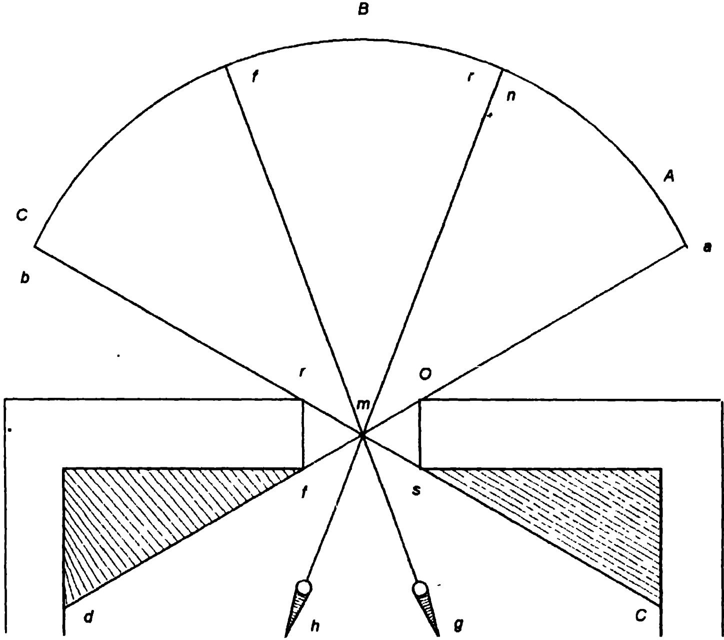


১৩৮

কোন বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত প্রতিটি ছায়ার একটি কেন্দ্রীয় রেখা আছে, যা কোন জানালার খোলা অংশ ও তার বেধের মাঝবরাবর উজ্জ্বল রেখাসমূহের প্রতিচ্ছেদের ফলে উৎপন্ন একটি একক বিন্দুর অভিমুখী। উপরে উত্থাপিত বিবৃতিটি সহজেই পরীক্ষা করে দেখা যায়। তুমি যদি উত্তরমুখী একটি জানালা-সহ কোন জায়গার ছবি আঁকো, ধরা যাক উপরের ছবিতে তার অবস্থান হলো sf, তাহলে দেখবে যে পূর্ব দিগন্ত থেকে উৎপন্ন একটি রেখা জানালার দুটি কোণ of স্পর্শ করে পৌঁছচ্ছে d-তে; এবং পশ্চিম দিগন্তে উৎপন্ন আর-একটি রেখা আর-দুটি কোণ rs ছুঁয়ে শেষ হচ্ছে c-তে; এবং তাদের পারস্পরিক ছেদবিন্দু (প্রতিচ্ছেদ) জানালার খোলা অংশ ও তার বেধের ঠিক মাঝ-বরাবর গিয়ে পড়ছে। দুটি লাঠি g ও h দিয়ে এই পরীক্ষায় আরও ভালোভাবে

সূত্র ১৩৬ . মূল পাণ্ডুলিপিতে প্রথম ছবির a ও c-চিহ্নিত স্থানে লিওনার্দো লিখেছিলেন 'প্রাথমিক', এবং b-চিহ্নিত স্থানে লেখা ছিল 'আহৃত'।

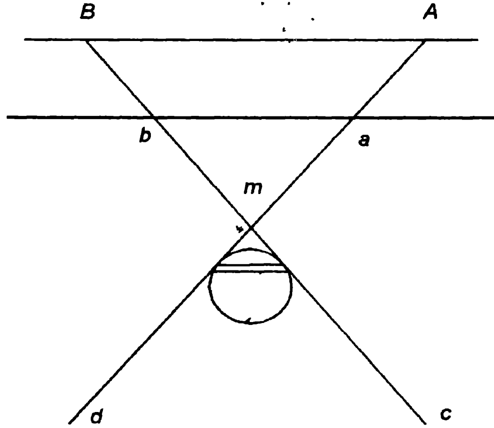
নিশ্চিত হওয়া যায়। সেক্ষেত্রে দেখবে যে ছায়াঞ্চলের কেন্দ্র থেকে অঙ্কিত রেখা কেন্দ্র m-এর অভিমুখে চালিত হচ্ছে এবং nf দিগন্ত পর্যন্ত তা প্রসারিত হচ্ছে।



১৩৯

যাবতীয় বৈচিত্র্যসহ প্রত্যেক ছায়ার (বস্তু থেকে যার দূরত্ব যত বেশি হয় আকারে ততই তা বৃহত্তর হয়) বহিঃস্থ রেখাগুলি আলো এবং বস্তুর মধ্যবর্তী অংশে পরস্পরকে ছেদ করে। এই প্রতিপাদ্যও স্বতঃপ্রমাণিত এবং অভিজ্ঞতার দ্বারা সমর্থিত। ab যদি কোন জানালা হয়, যার মধ্যে কোন বস্তু অনুপস্থিত, তাহলে ডান দিকের a-তে দৃষ্ট আবহ দেখা যাবে বাম দিকের d-বিন্দুতে।

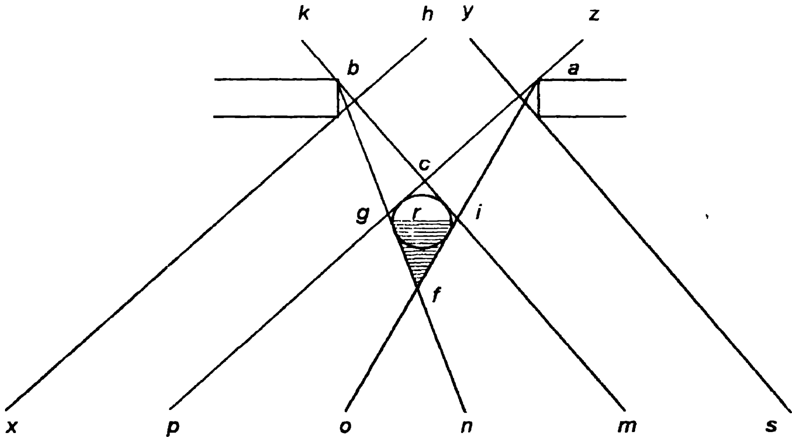
সূত্র ১৩৮ ছবিতে B হলো উত্তরদিকের দিগন্তপরিধি। A হলো পূর্বদিক এবং C, পশ্চিম।



এবং বাম দিকের আবহ ডান দিকের c-তে উজ্জ্বল হয়ে উঠবে, এবং সেক্ষেত্রে রেখাগুলি পরস্পরকে ছেদ করবে m-বিন্দুতে।

১৪০

আলোকিত এবং ছায়াচ্ছন্ন প্রতিটি বস্তুই দুটি পিরামিডের মধ্যে অবস্থিত, তার একটি অন্ধকার, অন্যটি আলোয় উজ্জ্বল, একটি স্পষ্টত দৃশ্যমান, অন্যটি নয়। কিন্তু এ ঘটনা ঘটে শুধুমাত্র যখন



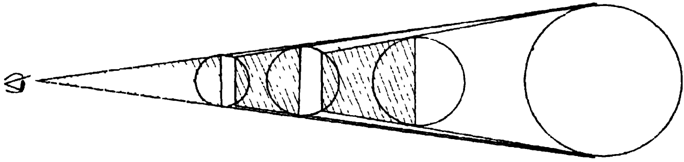
সূত্র ১৩৯ ছবিতে A পূর্বদিক ও B পশ্চিমদিকের সূচক।

আলো কোন জানালা দিয়ে প্রবেশ করে। ধরা যাক ab হলো জানালা আর r হলো আলো এবং ছায়াস্থিত বস্তু, ডানহাতি আলো z-বস্তুর বাঁদিক দিয়ে p-এ পৌছবে এবং বাঁহাতি আলো k-বস্তুর ডানদিক i হয়ে পৌছবে m-এ এবং রেখাদুটি পরস্পরকে c-তে ছেদ করে একটি পিরামিড গঠন করবে। তারপর আবার ab ছায়াচ্ছন্ন বস্তুর ig-তে পড়বে এবং fig পিরামিড তৈরি করবে। f অন্ধকার হয়ে থাকবে, কেননা ab-আলো সেখানে কখনওই পড়বে না; এবং igc হয়ে উঠবে আলোকিত, কেননা সেখানে স্বাভাবিকভাবেই আলো পড়বে।

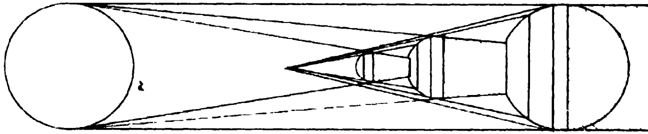
১৪১

চোখের অবস্থানসাপেক্ষে আলো এবং ছায়া

প্রতিটি ছায়াচ্ছন্ন বস্তু, যা অক্ষিতারকার চেয়ে বড় এবং চোখ ও কোন উজ্জ্বল বস্তুর মাঝখানে অবস্থিত, তাকে গাঢ় এবং অন্ধকার দেখায়।

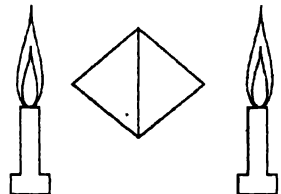


যখন চোখকে কোন আলোকদীপ্ত বা উজ্জ্বল বস্তু এবং তার দ্বারা আলোকিত কোন বস্তুর মাঝখানে রাখা হয়, তখন এই বস্তুগুলি ছায়াহীন বলে প্রতিভাত হয়।



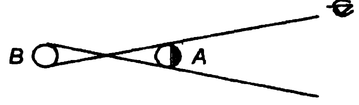
১৪২

স্থূল শীর্ষকোণযুক্ত ও উভয় দিকেই পিরামিডসদৃশ কোন বস্তুর প্রত্যেক দিকে একটি করে দুটি আলো রাখলে কেন তা ছায়াহীন বলে মনে হয়।



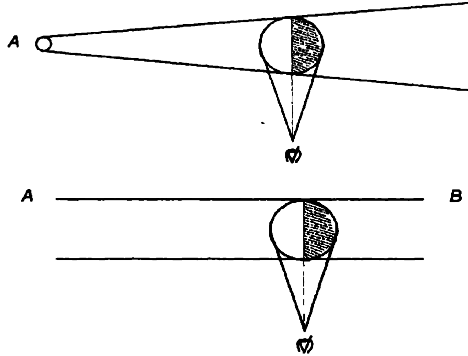
১৪৩

আলো এবং চোখের মধ্যবর্তী অঞ্চলে অবস্থিত কোন ছায়াচ্ছন্ন বস্তু কখনওই তার আলোকিত অংশ প্রদর্শন করতে পারে না, যদি না চোখ প্রাথমিক আলোর সম্পূর্ণ অংশ দেখতে পায়।



১৪৪

কোন বস্তুকে যা ছায়াবৃত করে রেখেছে, তার আলো এবং ছায়ার অর্ধপথে কোন বিন্দুতে চোখ রাখলে দেখা যায় যে ঐ বস্তুর গাঢ়তম ছায়া সেই একই মাপের কোণে চোখে গিয়ে মিলিত হয়, যা দৃষ্টিকোণের সমরূপ।



১৪৫



বিভিন্ন আলো-ছায়ার বিভিন্ন দিক এবং তার মধ্যস্থিত বস্তু সম্পর্কে

যদি সূর্য থাকে পূর্বে এবং তুমি তাকাও পশ্চিমে, তাহলে তুমি প্রতিটি বস্তুকেই পূর্ণ আলোয় এবং সম্পূর্ণ ছায়া ব্যতিরেকেই দেখবে, কেননা তখন তুমি সূর্য যেদিকে রয়েছে, সেই একই দিক থেকে দেখছ। আর তুমি যদি ঐ সময় উত্তর বা দক্ষিণ দিকে তাকাও তাহলে সমস্ত বস্তুকেই কমবেশি

সূত্র ১৪৩ ছবিতে A বস্তুব এবং B আলোর সূচক।

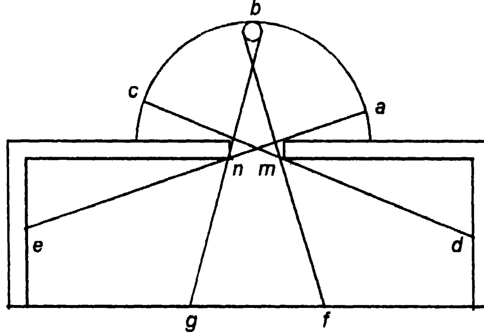
সূত্র ১৪৪ দুটি ছবিতেই A আলোর এবং B ছায়ার সূচক।

আলো-ছায়ার মধ্যে দেখবে, কেননা তখন তুমি যা সূর্যের দিকে ও তার ভিন্ন দিক রয়েছে) সেই উভয় দিককেই একসঙ্গে দেখছ। আর তুমি যদি সূর্য যেদিকে রয়েছে সেদিকে দেখো তাহলে যাবতীয় বস্তুই তোমাকে তাদের ছায়ার দিক দেখাবে, কেননা ঐদিকে তখন সূর্যের আলো পড়ছে না।

১৪৬

আলোর আপতন নীতি

সমান উজ্জ্বল দুটি আলোয় আলোকিত কোন জানালার দুটি প্রান্ত অন্তর্গত কক্ষে সমান উজ্জ্বল আলোর প্রতিফলন ঘটায় না। যদি b একটি মোমবাতি হয় এবং ac হয় পৃথিবীর গোলার্ধ,



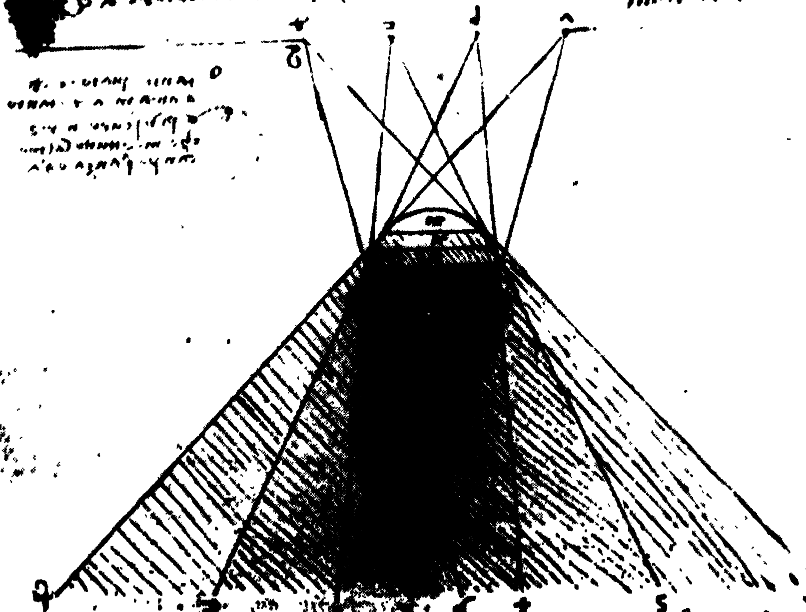
তাহলে উভয়ই mn-জানালার প্রান্ত আলোকিত করে, কিন্তু b-আলো শুধু fg-কে আলোকিত করে এবং a-গোলার্ধ de-র সম্পূর্ণ অংশ উজ্জ্বল করে তোলে।

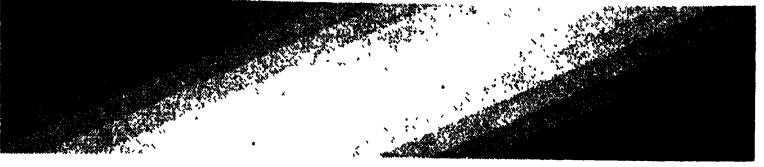
১৪৭

চিত্র প্রসঙ্গে

কোন বস্তু বা অবয়বের সেই অংশ, যা সমমাপের কোণে উজ্জ্বল রশ্মি গ্রহণ করে, তা ঐ বস্তুর অন্য যে-কোন অংশের চেয়ে বেশি আলোকিত হয়ে ওঠে।

এবং যে-অংশে উজ্জ্বল রশ্মি অপেক্ষাকৃত অসম কোণে নিক্ষিপ্ত হয় তা তুলনায় স্বল্পোজ্জ্বল হয়ে পড়ে।



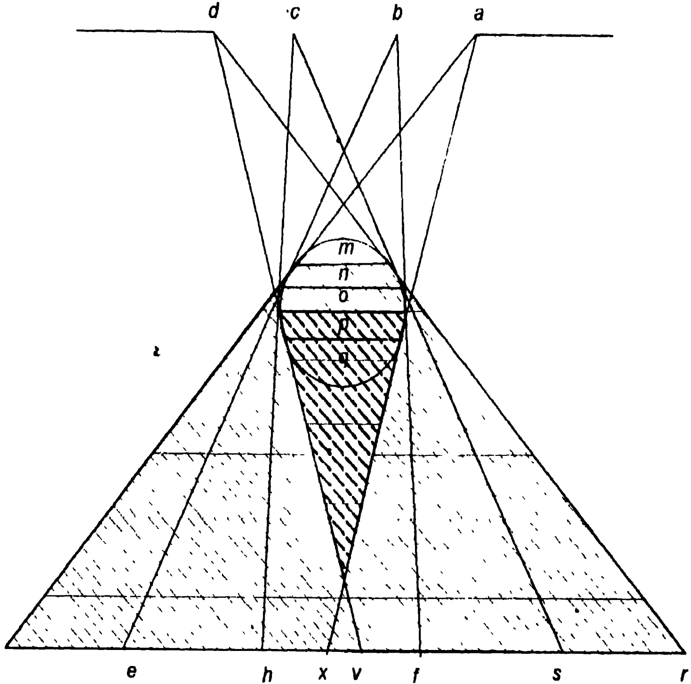


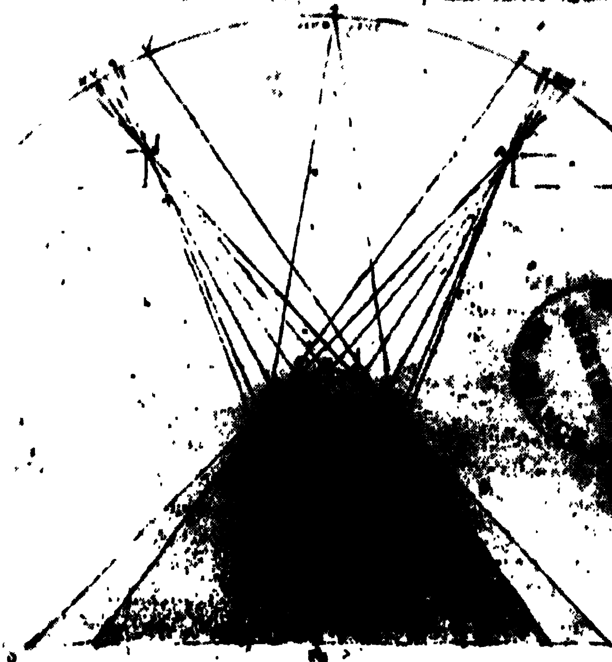
১৪৮

আলো-ছায়ার মধ্যে স্থিত কোন বস্তুর সেই অংশ সবচেয়ে স্বল্পোজ্জ্বল যা সবচেয়ে স্বল্প পরিমাণ আলোয় দেখা হয়

ছায়ার মধ্যে গাঢ়তার স্তরভেদ

ছবিতে বস্তুটির যে-অংশ m চিহ্নিত, তা সর্বাধিক আলোর মধ্যে রয়েছে, কেননা তা af-রেখা বরাবর ad-জানালার দিকে মুখ করে আছে। n রয়েছে মাত্রাগতভাবে দ্বিতীয় স্তরের আলোয় কেননা bd-আলো bc-রেখা বরাবর তাকে আঘাত করছে। o রয়েছে তৃতীয় স্তরের আলোয়,

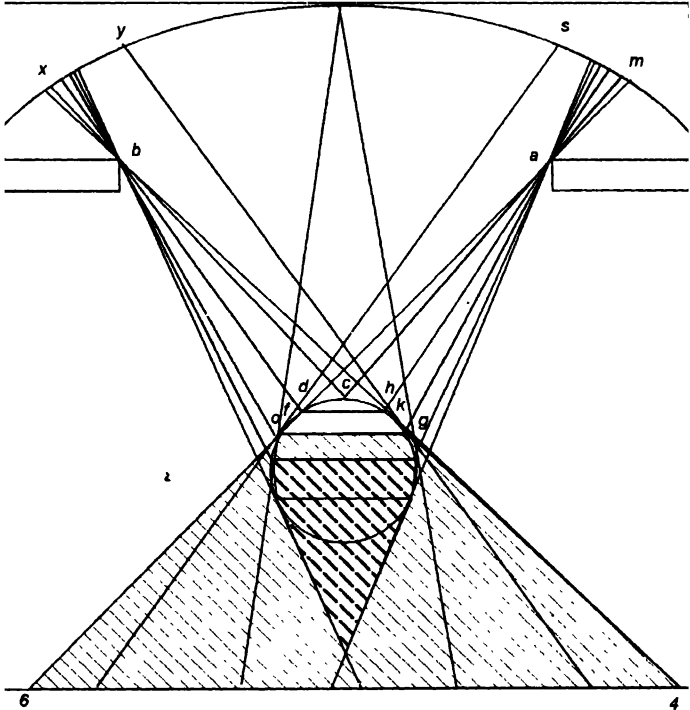




যেহেতু cd-থেকে আলো ch-রেখা বরাবর তার উপর পড়ছে। p সবচেয়ে স্বল্প মাত্রার চেয়ে একধাপ উপরে রয়েছে যেহেতু cd তার উপর dv-রেখা বরাবর পড়ছে। এবং q রয়েছে গাঢ়তম ছায়ায়, কেননা জানালার কোন অংশ দিয়েই কোন আলো তার উপর পড়ছে না। cd যে-অনুপাতে ad-তে যায়, nrs সেই অনুপাতে m-এর চেয়ে গাঢ়তর হবে এবং বাদবাকি অংশ হবে ছায়াহীন।

১৪৯

ছায়াঘেরা কোন বস্তু বা অবয়বে যে-আলো সূক্ষ্মতম কোণে পড়ে, তা সর্বাধিক আলো গ্রহণ করে এবং সেই অংশটিই গাঢ়তম অন্ধকার অংশ, যেখানে আলো পড়ে স্থূল কোণ সৃষ্টি করে



সূত্র ১৪৮ ও ১৪৯ নোটবুকের যে-দ্বিভাষিক সংস্করণ থেকে এই অনুবাদ করা হয়েছে, সেখানে সরাসরি পাণ্ডুলিপির ফ্যাকসিমিলি ছাপা হয়েছে বলে এই দুটি সূত্রের সংশ্লিষ্ট ছবি দুটির সবগুলি অক্ষর উদ্ধার করা যাচ্ছে না। যেটুকু উদ্ধার করা গেছে, তাতেও মূল প্রতিপাদ্যের অনুধাবনে অসুবিধা হবে না বলেই আশা করা যায়।

এবং আলো ও ছায়া উভয়ই এক্ষেত্রে পিরামিড রচনা করে। c-কোণ সর্বাধিক মাত্রার আলো গ্রহণ করে যেহেতু তা সরাসরি ab-জানালার এবং দিগন্তব্যাপী mx-আকাশের সামনে আছে। c-এর থেকে a-কোণ খুব একটা ভিন্ন হয় না, যেহেতু যে-সমস্ত কোণ তাকে বিভক্ত করে তা ততটা অসমান নয় যতটা পরিলক্ষিত হয় নিচের দিকে এবং দিগন্তের সেই অংশই এক্ষেত্রে প্রতিচ্ছেদিত হয় যা y এবং x-এর মধ্যস্থিত। যদিও অন্যদিক থেকে তা অনেকটাই পরিপূরিত হয়, তথাপি তার রেখা ততটা শক্তিশালী হয় না যেহেতু এক্ষেত্রে একটি কোণ তার সংশ্লিষ্ট কোণটির চেয়ে অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র। e ও i-কোণসমূহ তুলনায় সামান্যই আলো পায় কেননা তারা ms ও vx-আলোর খুব বেশি অংশ দেখতে পায় না এবং তাদের কোণগুলিও যথেষ্ট অসমান। k ও f-কোণের প্রত্যেকটিই খুব অসমান কোণের মধ্যে স্থাপিত, ফলে তারা সামান্যই আলো পায়, কেননা k-তে শুধু pt-আলোই পড়ে আর f-এ পড়ে শুধু tq আলো। og পায় সবচেয়ে স্বল্প মাত্রার আলো, কেননা এই অংশটিতে আকাশ থেকে কোন আলোই এসে পৌঁছয় না। তার থেকেই আসে সেই রেখাগুলি যা আর-একটি পিরামিড পুনর্গঠন করে যা পিরামিড c-এরই অনুপূরক মাত্র। এবং এই l-পিরামিডটি সর্বোচ্চ মাত্রার ছায়ার মধ্যে থাকে, কেননা তা যে-সরলরেখা বস্তুর কেন্দ্রস্থল দিয়ে গমন করে এবং আলোর কেন্দ্রে গিয়ে পৌঁছয়, তার উভয় দিকে পরস্পরের বিপরীতস্থ সমান দুটি কোণের মাঝখানে রয়েছে। জানালার কাঠামোর মধ্যে a ও b-বিন্দুতে নিক্ষিপ্ত বিভিন্ন উজ্জ্বল প্রতিচ্ছবি এক বিশেষধরনের আলোর সৃষ্টি করে যা 4 ও 6 বিন্দুতে কঠিন ঘন বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত বিভিন্ন আহৃত ছায়ায় পরিবেষ্টিত। ছায়াচ্ছন্ন প্রতিচ্ছবি og থেকে বাড়তে-বাড়তে 7 ও 8-এ গিয়ে শেষ হয়।

১৫০

আলোর থেকে দূরত্বের উপর নির্ভরশীল ছায়ার তীব্রতা প্রসঙ্গে

কোন বস্তুর উপর নিক্ষিপ্ত আলো যত ক্ষুদ্র হয়, ছায়া তত অধিক হয়। আলো বস্তুটির যত কাছে থাকবে এক্ষেত্রে বস্তুটির তত ক্ষুদ্রতর অংশ আলোকিত হবে এবং বিপরীতক্রমে তা যত দূরে থাকবে বস্তুটির তত বেশি অংশ আলোকিত করবে।

যে-বস্তুর উপর আলো নিক্ষিপ্ত হচ্ছে তার চেয়ে আলো ক্ষুদ্রাকার হলে তা বস্তুটির যত নিকটবর্তী হবে আনুপাতিক হারে ততই তার ক্ষুদ্রতর অংশ আলোকিত করবে এবং যত দূরে যাবে ততই এর বিপরীত ঘটনা ঘটবে। কিন্তু আলো যখন আলোকিত বস্তুর চেয়ে বড় হয়, তখন তা বস্তুটির যত নিকটস্থ হবে আনুপাতিক হারে ততই তার বৃহত্তর অংশ আলোকিত করবে এবং এর বিপরীত ঘটনা ঘটবে, যতই তা দূরে সরে যাবে।

১৫১

কোন আলোকিত বস্তুর যে-অংশ আলোক-উৎসের সবচেয়ে নিকটবর্তী, তা সবচেয়ে তীব্রভাবে আলোকিত হয়।

১৫২

প্রাথমিক ছায়ার সেই অংশই গাঢ়তায় ন্যূনতম, যা বস্তুর প্রান্তদেশ থেকে সবচেয়ে দূরস্থ।

আহৃত ছায়া প্রাথমিক ছায়ার চেয়ে গাঢ়তর, যেখানে তা প্রাথমিক ছায়ার সন্নিহিত।

১৫৩

আলো ও ছায়ার অনুপাত প্রসঙ্গে

কোন অনচ্ছ বস্তুর সেই অংশই বেশি ছায়াচ্ছন্ন হয়, যে-অংশ ঐ অন্ধকার গাঢ় বস্তুর সবচেয়ে কাছে থাকে, যার ছায়ায় তা ছায়াবৃত এবং সেই অংশই সবচেয়ে আলোকিত হয় যে-অংশ ঐ আলোর সবচেয়ে কাছে থাকে, যার আলোয় তা আলোকিত।

১৫৪

পরিপ্রেক্ষিত সম্পর্কে

অনচ্ছ বস্তুর ছায়াবৃত এবং আলোকিত দিক, যার ছায়ায় তা ছায়াবৃত বা যে-আলোয় তা আলোকিত তার সমানুপাতিক আলো বা অন্ধকার প্রদর্শন করে।

১৫৫

চিত্র বিষয়ে

আলো ও ছায়ায় স্থিত কোন বস্তুর যে-কোন অংশের রূপরেখা ও গড়ন গাঢ় ছায়ায় এবং তীব্রতম আলোয় অস্পষ্ট হয়ে পড়ে, কিন্তু আলো ও ছায়ার মাঝামাঝি তার যে-কোন অংশ খুবই দৃষ্টি-আকর্ষক রূপে প্রতিভাত হয়।

১৫৬

চিত্রকর্ম প্রসঙ্গে

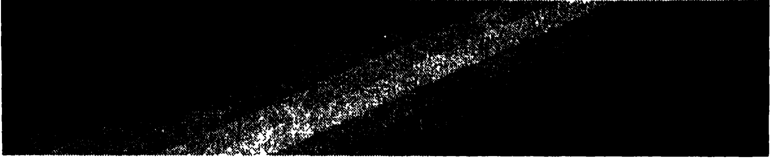
বিভিন্ন মাত্রার ছায়ায় অবস্থিত বস্তুসমূহের দিকে আলো যখন একক কোন উৎস থেকে অগ্রসর হয়, তখন সেখানে আলোর স্বাভাবিক হ্রাসপ্রাপ্তির সঙ্গে ছায়াও সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়। আবার, আলোর বিভিন্ন মাত্রার ক্ষেত্রেও এ ঘটনা একই রকম সত্য।

১৫৭



একটি একক ও সুস্পষ্ট আলোকদীপ্ত বস্তু বিকীর্ণ বা পরিব্যাপ্ত আলোর চেয়ে বস্তুর নতোন্নত গড়ন অনেক তীব্রভাবে প্রকাশ করে। একদিকে সূর্যালোকিত ও আর-একদিকে মেঘাচ্ছন্ন, অর্থাৎ আবহমণ্ডলে পরিব্যাপ্ত আলোতে যা আলোকিত তেমন ভূদৃশ্যের দুদিকের মধ্যে তুলনা করলেই এ কথা স্পষ্ট বোঝা যায়।

আলো ও ছায়া বিষয়ক তৃতীয় অধ্যায়



১৫৮

আহৃত ছায়ার সংজ্ঞা

প্রাথমিক ছায়া ছাড়া আহৃত ছায়ার কোন অস্তিত্ব নেই। এ কথা প্রমাণ করা যায় প্রথম সূত্রানুযায়ী, যেখানে বলা হয়েছে: অন্ধকার হলো আলোর সার্বিক অনুপস্থিতি এবং ছায়া বস্তুত অন্ধকার ও আলোর অপনোদনকারী এবং অন্ধকার যেভাবে আলোর দ্বারা পরিমার্জিত হয়, তার সমানুপাতেই তা কমবেশি আলোছায়াময় হয়ে ওঠে।

১৫৯

ছায়া হলো আলোর ক্রমহ্রাস।

অন্ধকার হলো আলোর অভাব বা অনুপস্থিতি।

ছায়ার দুটি প্রকারভেদ, যার প্রথমটিকে বলে প্রাথমিক ছায়া, এবং দ্বিতীয়টি আহৃত ছায়া। সর্বদা প্রাথমিক ছায়াই আহৃত ছায়ার ভিত্তি।

আহৃত ছায়ার [২] প্রান্তসীমা সরলরৈখিক।

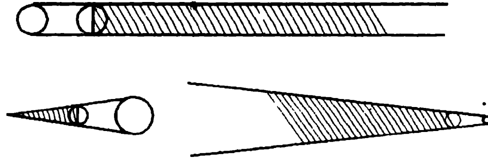
প্রাথমিক ছায়া থেকে যত দূরে যায় আহৃত ছায়ার গাঢ়তা আনুপাতিক হারে ততই কমে যায়।

সূত্র ১৫৮ : আহৃত ছায়ার তত্ত্ব নিয়ে লিওনার্দো বিশদভাবে আলোচনা করেছেন। প্রাথমিক ছায়া ও আহৃত ছায়ার মধ্যে যে-পার্থক্য তিনি করেছেন তা শুধু যুক্তিযুক্তই নয়, বলা যায় সম্পূর্ণ বৈজ্ঞানিক। আহৃত ছায়ার ধারণা যে নেহাৎ কোন বিমূর্ত ধারণা নয়, ধোঁয়ায় ভর্তি একটি ঘরে ছায়ার দৃশ্যমান অস্তিত্বেই লিওনার্দোর পরীক্ষিত পথে তা প্রমাণ করা যায়। এই তত্ত্বের উপরই লিওনার্দোর শিক্ষা অনেকখানি নির্ভর করে আছে, ফলে নিক্ষিপ্ত ছায়ার এই অত্যন্ত জটিল তত্ত্বকেই পরবর্তী অধ্যায়ের ক্ষেত্রেও আমাদের প্রধান পথপ্রদর্শক হিশেবে গণ্য করতে হবে।

১৬০

আহৃত ছায়ার প্রকারভেদ

ছায়ার রূপ তিন প্রকার : যেমন কোন কঠিন বস্তু যে-ছায়া নিক্ষেপ করে তা মাপে আলোর সমতুল এবং এক্ষেত্রে ছায়া দৈর্ঘ্যের দিক থেকে অশেষ কোন স্তম্ভের মতো। বস্তুটি যদি আলো

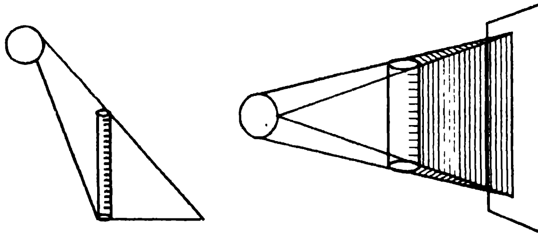


চেয়ে বড় হয়, তাহলে তার ছায়া হয় অনেকটা আগা-ছাঁটা উল্টো পিরামিডের মতো, এবং তার দৈর্ঘ্যের কোন নির্দিষ্ট সমাপ্তি বা সীমা থাকে না। কিন্তু বস্তুটি যদি আলোর চেয়ে ছোট হয়, তাহলে তার ছায়া অনেকটা পিরামিডের মতো দেখতে হয়, এবং তার একটা স্পষ্ট সমাপ্তিরেখা বা সীমারেখা থাকে, যেমন দেখা যায় চন্দ্রগ্রহণের সময়।

১৬১

সরল আহৃত ছায়া প্রসঙ্গে

সরল আহৃত ছায়া দু'প্রকারের : প্রথমটির দৈর্ঘ্য নির্দিষ্ট ও সুসংজ্ঞাত; দ্বিতীয়টির আবার দুটি প্রকারভেদ, কিন্তু উভয়ই নির্দিষ্টতাহীন ও অসংজ্ঞাত। নির্দিষ্ট আহৃত ছায়া পিরামিডতুল্য।



অনির্দিষ্ট আহৃত ছায়ার একটি স্তম্ভাকার, অন্যটি বিকীর্ণ পরিব্যাপ্ত চরিত্রের। উপরিউক্ত সব ক'টি ছায়ারই রূপরেখা সরল ও ঋজু। কিন্তু সমকেন্দ্রিক অর্থাৎ পিরামিডতুল্য ছায়া আলোর চেয়ে

ক্ষুদ্রতর বস্তু থেকে নিক্ষিপ্ত হয়, স্তম্ভাকার ছায়া নিক্ষিপ্ত হয় আলোর সমান মাপের বস্তু থেকে আর পরিব্যাপ্ত ছায়া আলোর চেয়ে বৃহদাকার কোন বস্তু থেকে নিক্ষিপ্ত হয়।

মিশ্র আহৃত ছায়া প্রসঙ্গে

মিশ্র আহৃত ছায়ার দুটি প্রকারভেদ : একটি স্তম্ভাকার, অন্যটি পরিব্যাপ্ত বা বিকীর্ণাকার।

১৬২

ছায়া প্রসঙ্গে

আহৃত ছায়া তিন প্রকারের, তার মধ্যে একটি বিকীর্ণাকার, দ্বিতীয়টি স্তম্ভাকার এবং তৃতীয়টি সেই বিন্দুর অভিমুখে সমকেন্দ্রিক যেখানে দুটি প্রান্ত মিলিত হয় ও পরস্পরকে ছেদ করে এবং ছেদবিন্দু পেরিয়ে প্রান্ত-দুটি হয় সরলরেখায় পরিণতি পায়, নতুবা অনন্ত পর্যন্ত বিস্তৃত হয়। এখন, তুমি যদি বলো যে প্রান্ত-দুটি মিলিত হয়ে আর এগোয় না, তবে সে কথা আমি অস্বীকার করব, কেননা ছায়া সম্পর্কে আলোচনার প্রথমেই আমি এ কথা প্রমাণ করেছি যে কোন কিছু সম্পূর্ণত শেষ হয় তখনই, যখন তার কোন অংশ ঐ সমাপ্তিরেখা পেরোয় না। এখন, এখানে এই ছায়ার চরিত্রে আমরা তার উল্টোটাই দেখছি, ঠিক যেমন যেখানে এই আহৃত ছায়ার উৎপত্তি হয় সেখানে আমরা অবশ্যই দুটি ছায়ার পিরামিড পাই, যাদের কোণগুলি পরস্পরের সঙ্গে মিলিত হয়। সুতরাং যদি, আমার বিরুদ্ধপক্ষের লোকেরা যেমন বলে যে ছায়ার প্রথম পিরামিডটি আহৃত ছায়ার সমাপ্তি সূচিত করে সেই কোণে, যেখানে তা উৎপন্ন হয়েছিল, তাহলে ছায়ার দ্বিতীয় পিরামিডটি — তাই আমার বিরোধীপক্ষ বলে থাকে — নিশ্চিত ঐ কোণের কারণজাত, মোটেই ছায়াস্থিত বস্তুজাত নয়, তাহলে তা বাতিল করা যায় দ্বিতীয় সূত্রটির সাহায্যে, যেখানে বলা হয়েছে যে ছায়া হলো কোন বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত ছায়ার শর্তাধীন এক অবস্থা মাত্র এবং তা এই ছায়া এবং আলোকদীপ্ত বস্তুর মধ্যে অবস্থিত। এর থেকে পরিষ্কার যে ছায়া আহৃত ছায়ার কোণ দ্বারা উৎপন্ন নয় বরং কোন বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত ছায়া থেকেই তার উৎপত্তি ইত্যাদি। যদি কোন বর্তুলাকার কঠিন বস্তু দীর্ঘায়ত আলোয় আলোকিত হয়, তাহলে ঐ আলোর দীর্ঘাকার অংশ দ্বারা উৎপন্ন ছায়ার রূপরেখা ঐ আলোর বেধ কর্তৃক উৎপন্ন ছায়ার চেয়ে কম নির্দিষ্ট বা সুসংজ্ঞাত হবে। এ কথা প্রমাণ করা যায় পূর্বোল্লেখিত এই কথা দিয়ে, যেখানে বলা হয়েছে যে কোন ছায়ার রূপরেখা বা পরিলেখ আনুপাতিক হারে অনির্দিষ্ট বা অস্পষ্ট হবে যদি তার কারণস্বরূপ আলো হয় বৃহদাকার এবং বিপরীতক্রমে ঐ রূপরেখা অনেক স্পষ্ট ও সুসংজ্ঞাত হবে যদি ঐ আলো হয় ক্ষুদ্রাকার।

১৬৩

প্রাথমিক ও আহৃত ছায়ার সম্পর্ক বিষয়ে

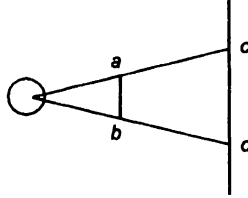
আহৃত ছায়া যে-বস্তু থেকে উদ্ভূত কখনওই তার গড়নের অনুরূপ হয় না, যদি না আলোও ছায়ার কারণস্বরূপ ঐ বস্তুর গড়ন ও মাপের অনুরূপ হয়।

আহৃত ছায়া কখনওই প্রাথমিক ছায়ার অনুরূপ গড়নের হতে পারে না, যদি না তা তার সমান্তরাল কোন সমতলখণ্ড দ্বারা প্রতিচ্ছেদিত হয়।

১৬৪

কীভাবে কোন নিক্ষিপ্ত ছায়া কখনওই যে-বস্তু বা অবয়ব তাকে নিক্ষেপ করেছে তার সমান মাপের হতে পারে না

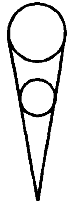
যদি আলোকরশ্মি কোন নির্দিষ্ট একক বিন্দু থেকে অগ্রসর হয়, অভিজ্ঞতায় আমরা সাধারণত যেমন দেখে থাকি, আর ঐ বিন্দুর চতুষ্পার্শস্থ অঞ্চলে ছড়িয়ে যায় এবং বায়ুস্তরের মধ্যে দিয়ে



বিকিরিত ও বিচ্ছুরিত হয়, তাহলে যত দূর পর্যন্ত তা ছড়াবে ক্রমেই তত বিস্তৃত হবে এবং এক্ষেত্রে আলো ও দেওয়ালের মধ্যে কোন বস্তু রাখলে দেওয়ালে তার প্রতিচ্ছায়াও অনেক বড় হবে, কেননা যে-রশ্মিসমূহ তাকে আঘাত করে যতক্ষণে তা দেওয়ালে গিয়ে পৌঁছয় ততক্ষণে তুলনায় অনেক বড় হয়ে যায়।

১৬৫





আলো-ছায়ায় স্থিত কোন বস্তু বা অবয়ব কর্তৃক নিক্ষিপ্ত ছায়া ঐ বস্তু বা অবয়ব থেকে অবিচ্ছেদ্য ছায়ার প্রকৃতি ও চরিত্রের অনুরূপ। ছায়ার দৈর্ঘ্যের যে-কেন্দ্র তা সর্বদা ঐ আলোকোজ্জ্বল বস্তুর সঙ্গে মেলে। অনিবার্যভাবেই প্রত্যেক ছায়ার কেন্দ্র আলোককেন্দ্রের সঙ্গে একই রেখায় থাকে।

১৬৬

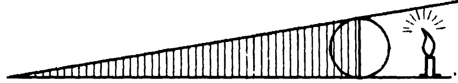
পিরামিডাকৃতি ছায়া প্রসঙ্গে

আহৃত ছায়ার আকৃতি প্রসঙ্গে

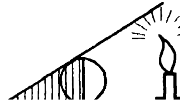
সরল আহৃত ছায়া যে-বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত হয় তা থেকে যত দূরে প্রতিচ্ছেদিত হয় সেই অনুপাতে কোন স্তম্ভাকার বস্তু কর্তৃক উৎপন্ন পিরামিডাকৃতি ছায়া ঐ বস্তুর চেয়ে সংকীর্ণতর হয়।

১৬৭

নিক্ষিপ্ত ছায়া হয় দীর্ঘতম যখন আলো থাকে স্বল্পতম।

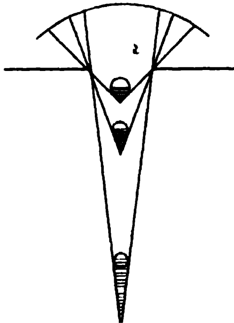


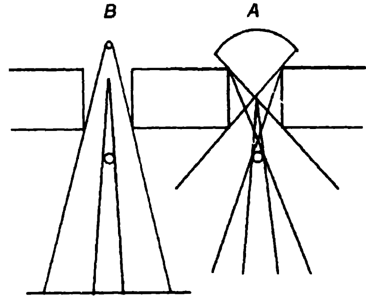
নিক্ষিপ্ত ছায়া হয় হ্রস্বতম যখন আলো থাকে সর্বোচ্চ।



১৬৮

প্রাথমিক ও আহৃত ছায়া উভয়েই বিকীর্ণ আলোর চেয়ে কোন মোমবাতির আলোয় অনেক



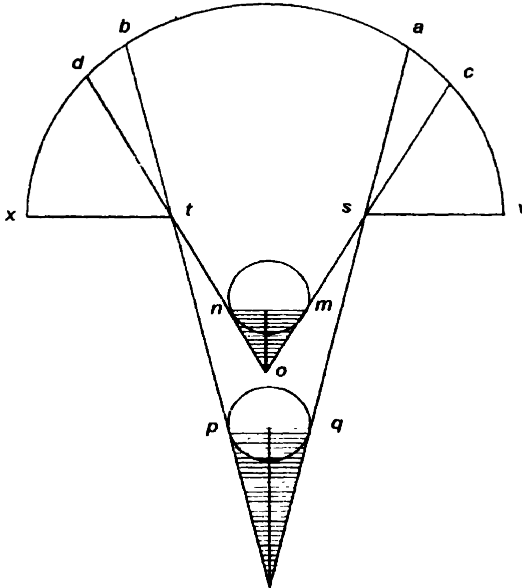


বৃহদাকার হয়। বৃহত্তর ও হ্রস্বতর ছায়ার পার্থক্য তাদের কারণস্বরূপ বৃহত্তর ও ক্ষুদ্রতর আলোর বিষমানুপাতে ঘটে থাকে।

১৬৯

যাবতীয় বস্তু, যে-অনুপাতে তারা আলোক-উৎসের কাছে বা দূরে আছে, সেই অনুপাতে দীর্ঘতর বা হ্রস্বতর আহৃত ছায়া উৎপন্ন করে

একই মাপের বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে যেটি বৃহত্তম আলোয় আলোকিত, তার ছায়া হবে হ্রস্বতম। পরীক্ষায় এ বিবৃতি সমর্থিত হয়। ধরা যাক mn-বস্তু pq-বস্তুর চেয়ে অধিক পরিমাণ আলোর দ্বারা পরিবেষ্টিত, ছবিতে যেমন দেখা যাচ্ছে।



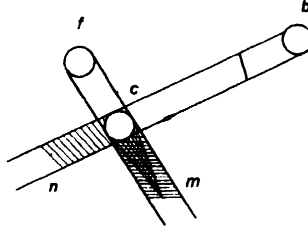
এখানে vcabdx হলো আকাশ, আলোর প্রধান উৎস, আর st হলো জানালা, যার মধ্যে দিয়ে উজ্জ্বল আলোকরশ্মি ভিতরে প্রবেশ করছে এবং mn ও pq এই আলোয় আলোকিত আলো-

সূত্র ১৬৮ সংশ্লিষ্ট দ্বিতীয় ছবিতে A আকাশ এবং B মোমবাতির সূচক।

ছায়ায় স্থিত দুটি পৃথক বস্তু। এখন mn-এর আহৃত ছায়া হবে ক্ষুদ্র, যেহেতু তার মূল ছায়াও ক্ষুদ্রাকার এবং আহৃত আলো হবে বৃহৎ, যেহেতু তার মূল আলো (cd) তুলনায় বৃহৎ। অন্যদিকে pq-এর আহৃত ছায়া হবে বড়, যেহেতু তার মূল ছায়া বৃহত্তর এবং তার আহৃত আলো হবে mn-বস্তুর চেয়ে ক্ষুদ্রাকার, যেহেতু ab-গোলার্ধের যে-অংশ তাকে আলোকিত করে তা mn-বস্তুকে যা আলোকিত করে সে-ই cd-গোলার্ধের চেয়ে আকারে ক্ষুদ্র।

১৭০

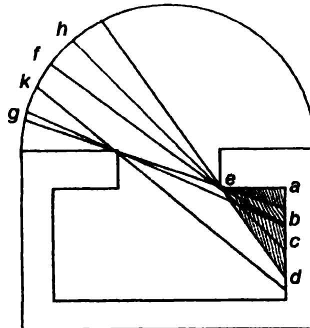
bc-রেখা ও fc-রেখার মধ্যে যে-আনুপাতিক সম্পর্ক, m-ছায়া ও n-ছায়ার মধ্যেও সেই একই সম্পর্ক।



১৭১

চিত্রকর্ম প্রসঙ্গে

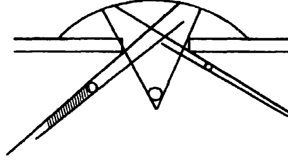
একইরকম গাঢ় বিভিন্ন ছায়ার মধ্যে যেটি চোখের নিকটতম, তাকেই সবচেয়ে হালকা বলে মনে হয়।



কেন eab ছায়া প্রথম স্তরের, bc দ্বিতীয় স্তরের এবং cd তৃতীয় স্তরের গাঢ়তাসম্পন্ন? কারণ হলো এই যে eab থেকে আকাশ একবারেই দেখা যায় না, অর্থাৎ আকাশ থেকে ঐ অংশ কোন আলো পায় না, তার অর্থ প্রত্যক্ষ প্রাথমিক কোন আলো থেকে ঐ অংশ সম্পূর্ণ বঞ্চিত। bc, আকাশের fg-অংশের মুখোমুখি ও তার দ্বারা আলোকিত এবং cd, আকাশের hk-অংশের মুখোমুখি এবং যেহেতু তা bc-র চেয়ে আকাশের অনেক বৃহদাংশের দ্বারা আলোকিত, ফলে তা যে তুলনায় অনেক বেশি আলোকিত হবে, এ-ও স্বাভাবিক। সুতরাং, এক নির্দিষ্ট দূরত্ব পর্যন্ত ad-দেওয়াল উপরিউক্ত কারণে আলোকিত হয়ে উঠবে, যতক্ষণ না জানালা থেকে আসা আলোকে ঘরের অন্ধকার সম্পূর্ণ ছেয়ে ফেলে।

১৭২

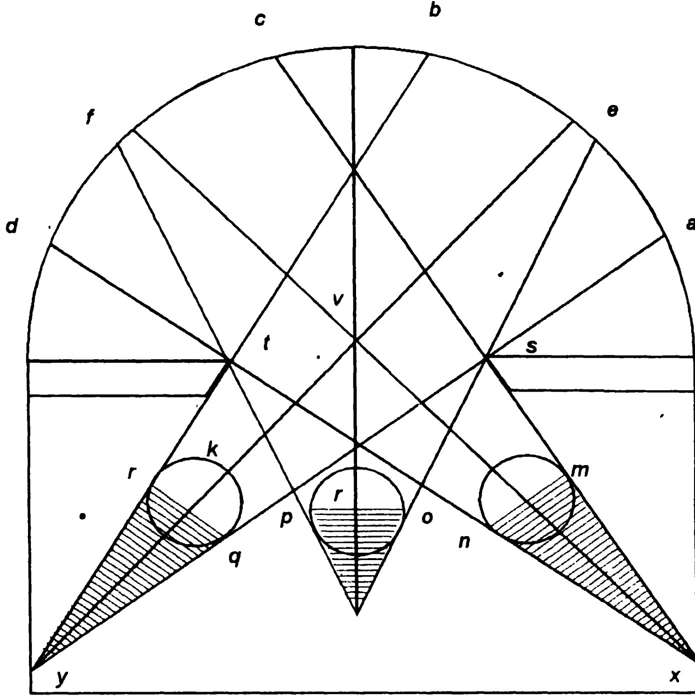
যখন বাইরের আবহজনিত আলো জানালা বা ঐ জাতীয় কোন খোলা পথে প্রবেশ করে নিয়ন্ত্রিতভাবে ছায়া-নিক্ষেপকারী কিছু বস্তুকে আলোকিত করে এবং ঐ বস্তুগুলি যদি জানালার



কেন্দ্র থেকে সমদূরত্বে অবস্থিত হয়, তাহলে তাদের মধ্যে যেটি সবচেয়ে তির্যকভাবে অবস্থিত, সেটিই দীর্ঘতম ছায়া নিক্ষেপ করবে।

১৭৩

কোন একটি ঘরের মধ্যে পরস্পরের থেকে দূরে-দূরে অবস্থিত যে-সমস্ত বস্তু একটি মাত্র জানালার আলোয় আলোকিত, জানালার বিপরীতে অবস্থান অনুযায়ী তাদের আহৃত ছায়া কমবেশি ছোটই হবে। একই আয়তনের হলেও যে-খোলা জায়গা থেকে আগত আলোয় তারা আলোকিত, তার থেকে দূরত্বের বিভিন্নতা থাকায় এই সমস্ত বস্তু-নিক্ষিপ্ত ছায়ার মধ্যে সেটিই হবে দীর্ঘতম, যা সবচেয়ে স্বল্প আলোর মধ্যে রয়েছে। এবং যে-অনুপাতে একটি বস্তু অন্য আর-একটি বস্তুর তুলনায় বেশি আলোকিত হবে, সেই অনুপাতে তার ছায়াও হ্রস্বতর হবে।



যে-সমস্ত বস্তু তির্যকভাবে অবস্থিত, তাদের তুলনায় জানালার সামনাসামনি ও তার মাঝবরাবর অবস্থিত বস্তুগুলি হ্রস্বতর ছায়া নিক্ষেপ করবে, কারণ জানালার সম্মুখস্থ বস্তুগুলির কাছে জানালাটি তার প্রকৃত গড়ন ও রূপে এবং যথার্থ মাপে ও আকৃতিতে হাজির হয়, কিন্তু তির্যকভাবে অবস্থিত বস্তুগুলির কাছে তা সামনের দিকে বড়-র থেকে ক্রমে দূরের দিকে ছোট হয়ে গেছে বলে বোধ হয়, ফলে তার মাপ ও আকার তুলনায় ছোট লাগে।

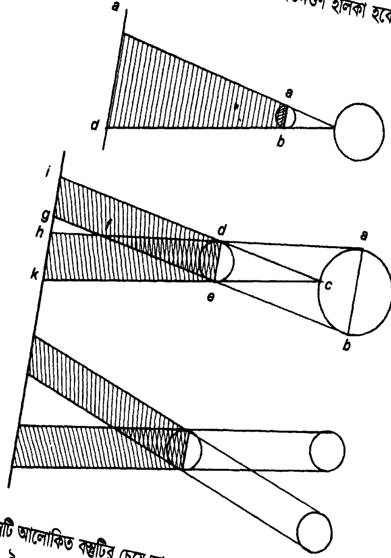
১৭৪

আহৃত ছায়া যত প্রলম্বিত হবে ততই হালকা হয়ে পড়বে

(পরীক্ষা করলে) তুমি দেখবে যে আহৃত ছায়া ও প্রাথমিক ছায়ার ব্যাসের যে-অনুপাত, আহৃত ছায়া ও প্রাথমিক ছায়ার গাঢ়তার অনুপাতও সেই এক।

সূত্র ১৭৩ · সংশ্লিষ্ট ছবিব সমস্ত অক্ষরগুলি স্পষ্ট নয় বলে তাব ব্যাখ্যা এখানে উপস্থিত করা সম্ভব হলো না।

ab, ধরা যাক প্রাথমিক ছায়ার এবং cd আহৃত ছায়ার ব্যাস। আমি বলছি যে dc, ab-র তিনগুণ হলে স্পষ্টই দেখা যাচ্ছে যে dc-ছায়া ab-র চেয়ে তিনগুণ হালকা হবে।



যদি আলোকবস্তুটি আলোকিত বস্তুটির চেয়ে আকারে বড় হয়, তাহলে ছায়ার এক প্রতিচ্ছেদ সৃষ্ট হবে, যার পরে ঐ ছায়া বিপরীত অভিমুখে যাত্রা করবে এমনভাবে যেন তারা দুটি পৃথক আলোয় সৃষ্ট।

১৭৫

চিত্রকলা বিষয়ে

আহৃত ছায়ার তুলনামূলক গাঢ়তা প্রসঙ্গ

আহৃত ছায়া তার উৎসস্থলের যত নিকটস্থ, অনুপাতে ততই তীব্র বা গাঢ়।

১৭৬

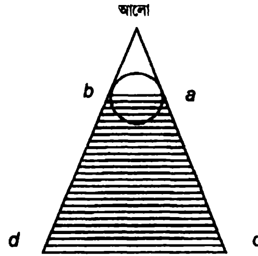
দীর্ঘ দূরত্বে ছায়া কীভাবে প্রায় মিলিয়ে যায়

দীর্ঘ দূরত্বে ছায়া ক্রমে মিলিয়ে যেতে থাকে এবং পরে তা একেবারেই হারিয়ে যায়, কারণ চোখ এবং দৃষ্ট বস্তুর মধ্যস্থিত বিপুল পরিমাণ আলোকিত বায়ুরাশি তার নিজের রঙে তাকে রঞ্জিত করে নেয়

১৭৭



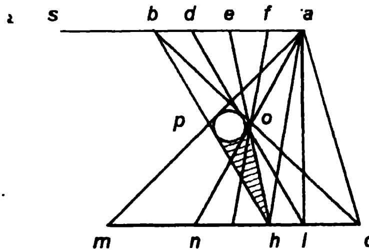
cd যে-অনুপাতে ab-র চেয়ে প্রশস্ত, ab সেই অনুপাতে cd-র চেয়ে গাঢ়তর।



১৭৮



opch-ছায়া ph-রেখার যত নিকটবর্তী হয়, আনুপাতিক হারে তত গাঢ় এবং oc-রেখার যত নিকটস্থ হয়, ততই হালকা হয়ে আসে কেন তা সহজেই প্রমাণ করা যায়।



ধরা যাক ab-আলো এক্ষেত্রে একটি জানালার অংশ এবং যে-অন্ধকার দেওয়ালের একাংশে এই জানালাটি আছে, ছবিতে তা bs। তাহলে আমরা বলতে পারি যে opch, এই ঘেরায়তনের অন্য

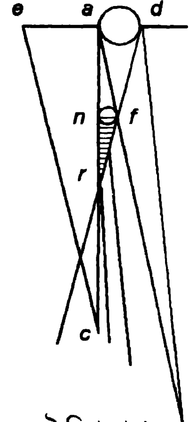
যে-কোন অংশের চেয়ে ph-রেখা গাঢ়তর বা অন্ধকারতর, কেননা এই রেখাটি bs-দেওয়ালের ছায়ায় আচ্ছন্ন এক উপরিতলের মুখোমুখি রয়েছে। আর oc-রেখা opch-ঘেরায়তনের যে-কোন অংশের চেয়ে বেশি আলোকিত, যেহেতু রেখাটি এক্ষেত্রে আলোকোজ্জ্বল ab-র সম্মুখবর্তী।

ছায়া, যেখানে যে-বস্তু তা নিক্ষেপ করছে তার সমান, বৃহত্তর বা ক্ষুদ্রতর হয়।

প্রথমে বিভক্ত আলোর চরিত্র প্রসঙ্গে [অসমাপ্ত

একক আলোয় উৎপন্ন মিশ্র ছায়া প্রসঙ্গে

frch-ছায়া এমন এক শর্তাধীন অবস্থায় রয়েছে যে যেখানে তা তার ভিতরের দিক থেকে দূরতম, সেখানে তা আনুপাতিকভাবে গভীরতাহীন। এ ঘটনা প্রমাণের জন্য ধরা যাক a হলো আলো আর fn কঠিন এক ঘনবস্তু এবং ac, da-জানালার একপাশের দেওয়াল। তাহলে, কোন বস্তুর পৃষ্ঠতল বা উপরিতল তার চারিপাশের সমূহ বস্তুর আভাসমন্বিত বা ছায়সমন্বিত— এই দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী আমি বলতে পারি যে rc-চিহ্নিত দিকটি তার সম্মুখবর্তী অন্ধকার দেওয়াল ae-র অন্ধকারাচ্ছন্নতার কিছু গুণ অর্জন করবে, আবার একইভাবে ঐ রেখার বাইরের দিক তার সম্মুখবর্তী da-আলোর উজ্জ্বলতার কিছু গুণ লাভ করবে। এইভাবে আমরা কেন্দ্রস্থলের উভয় দিকের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত ছায়ার চূড়ান্ত একটা রূপরেখা পাই।

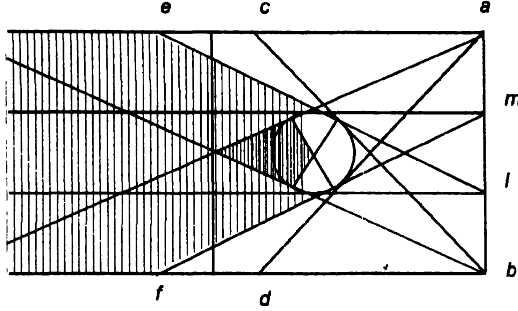


একে আবার চারভাগে ভাগ করা যায়। প্রথমত চূড়ান্ত রেখাদুটি, যার মধ্যে ঐ মিশ্র ছায়া রয়েছে এবং দ্বিতীয়ত চূড়ান্ত রেখাদুটির মধ্যবর্তী মিশ্র ছায়াঞ্চল।

১৭৯

কেন্দ্র থেকে আলোর ক্রিয়া

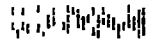
যদি এমন হয় যে কোন আলোর সম্পূর্ণ অংশ তার সম্মুখস্থ বস্তুসমূহ পেরিয়ে তাদের ছায়া সৃষ্টি করে, তাহলে আলোর চেয়ে ক্ষুদ্রাকার কোন বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত ছায়ার আকৃতি হবে পিরামিডের মতো। কিন্তু অভিজ্ঞতা যদি এর সঙ্গে না-মেলে, তাহলে বুঝতে হবে যে অবশ্যই আলোর কেন্দ্র তার জন্য দায়ী।



প্রমাণ

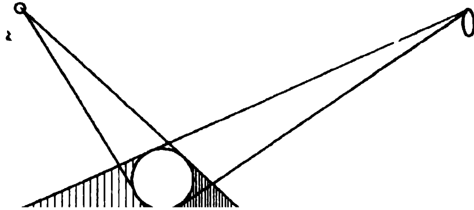
ধরা যাক যে জানালাবাহিত কোন আলোর বেধ ab, যা ac থেকে ১ ফুট দূরে স্থাপিত একটি লাঠির উপর পড়ছে। এখন, ধরা যাক ad হলো সেই জায়গা যেখান থেকে জানালাবাহিত আলোর সম্পূর্ণ অংশই চোখে পড়ে। ce থেকে l ও b-র মধ্যে জানালার যে-অংশ রয়েছে, তা দেখা যায় না। একইভাবে df থেকে am দেখা যায় না। ফলে বলা যায় যে এই দুই অংশে আলোর ঐ সূত্র খাটে না।

১৮০



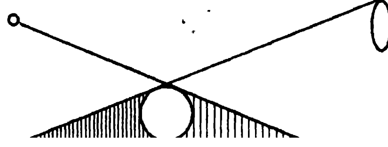
দুটি ভিন্ন মাপের আলোয় উৎপন্ন ছায়া

আলো-ছায়াস্থিত কোন বস্তু পাশাপাশি দুটি সমান মাপের আলোর মধ্যে রাখা হলে তা আলোর পরিমাণ অনুযায়ী ছায়া নিক্ষেপ করবে। একটি আলো আর-একটির চেয়ে বস্তুটির কত কাছে আছে, সেই অনুপাতে ছায়ার একটি অন্যটির চেয়ে গাঢ়তর হবে।



দুটি আলোর থেকে সমদূরত্বে স্থাপিত কোন বস্তুর দুটি ছায়া নিক্ষেপ করবে; একটি আলো

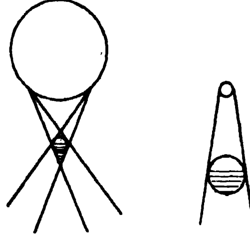
সূত্র ১৭৯ পাণ্ডুলিপির ফ্যাকসিমিলি প্রিন্টে লাঠিব পবিবর্তে একটি গোলাকাব বস্তু বয়েছে এবং এক্ষেত্রেও সবগুলি অক্ষব পড়া যাচ্ছে না।



অন্যটির চেয়ে কত উজ্জ্বল সেই অনুপাতে ছায়ার একটি আর-একটির চেয়ে গাঢ়তর হবে।

১৮১

যে-বস্তুকে তা আলোকিত করছে, কোন আলো তার চেয়ে ক্ষুদ্রতর হলে উৎপন্ন ছায়ার পরিলেখ ঐ বস্তুর উপরিতলেই শেষ হয়ে যায়; এক্ষেত্রে খুব বেশি মিশ্র ছায়ার সৃষ্টি হয়



না এবং এতে বস্তুটির অর্ধেকেরও কম অংশ আলোকিত হয়। আর আলো যদি আলোকিত বস্তুটির চেয়ে আকারে বড় হয়, তাহলে তা বস্তুটির অর্ধেকেরও বেশি অংশে পড়ে এবং অনেক বেশি মিশ্র ছায়া উৎপন্ন করে।

১৮২

দুটি সমুজ্জ্বল আলোর মধ্যে স্থাপিত কোন বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত ছায়া প্রসঙ্গে

বিভিন্ন দূরত্বে আলোর পরিণতি

দুটি সমান উজ্জ্বল আলোর মধ্যে স্থাপিত কোন বস্তু দুটি আলোর পথরেখা-বরাবর তার নিজের দুটি ছায়া নিক্ষেপ করে। তুমি যদি তার পরে বস্তুটিকে সরিয়ে কোন একটি আলোর কাছে নিয়ে যাও, তাহলে নিকটবর্তী আলোর দিকে যে-ছায়া পড়বে তা দূরবর্তী আলোর দিকের চেয়ে কম গাঢ় ও গভীর হবে।

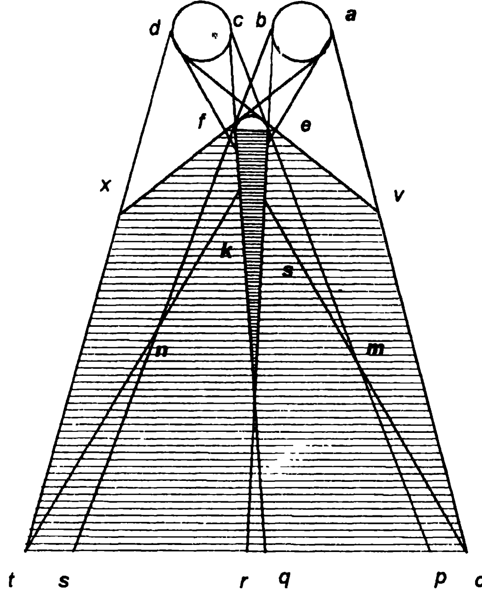


লিওনার্দো ৯

১৮৩

আহৃত ছায়ার আরও জটিলতা

ছায়ার সর্বাধিক গাঢ়তা বা গভীরতা থাকে সরল আহৃত ছায়ায়, কেননা তা ab বা cd-আলোর কোনটির দ্বারাই আলোকিত নয়।



গাঢ়তায় পরবর্তী স্তরের ছায়া হলো আহৃত efn-ছায়া এবং এক্ষেত্রে ছায়ার গভীরতা ঠিক অর্ধেক, কেননা তা একটিমাত্র আলো, cd-দ্বারা আলোকিত।

এই অংশটি সবর্ত্র একইরকম স্বাভাবিক আভা বা ছায়যুক্ত, কেননা দুটি আলোকোজ্জ্বল বস্তুর মাত্র একটির দ্বারাই তা আলোকিত। কিন্তু ছায়ার অবস্থান্তরে তার পরিবর্তন হয়, আলোর থেকে তা যত দূরে যায় ততই আরও স্বল্পালোকিত হয়ে ওঠে।

গাঢ়তার তৃতীয় মাত্রায় আছে মধ্যম ছায়া। কিন্তু তার সব জায়গায় স্বাভাবিক আভা বা ছায়ের সমতা থাকে না। কেননা মধ্যম ছায়া সরল আহৃত ছায়ার যত নিকটবর্তী হয় ততই গাঢ় হয় এবং দূরত্ব বাড়ার সঙ্গে-সঙ্গে নির্দিষ্ট মাত্রায় তার ক্রমিক হ্রাসপ্রাপ্তি ঘটতে থাকে। অর্থাৎ বলা যায় যে

আলোদুটির থেকে তার দূরত্ব যত বাড়ে, ছায়ার গাঢ়তাও সেই অনুপাতে বাড়ে।

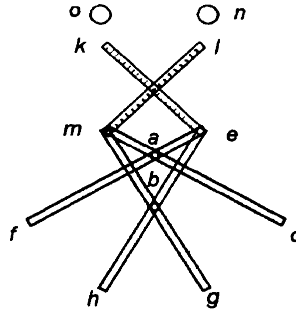
চতুর্থত, krs ছায়া এবং তা ks-এর যত নিকটবর্তী হয় ততই তার স্বাভাবিক ছায় গাঢ়তর হয়, কেননা এক্ষেত্রে ab-আলো থেকে তা কম আলো পায়, কিন্তু দূরত্বজনিত কারণে তাকে ততটা গাঢ় বলে মনে হয় না, কেননা অন্যদিকে তা cd-আলোর নিকটবর্তী, ফলে সর্বদাই উভয় আলোতে আলোকিত।

পঞ্চম ছায়াটি অন্য যে-কোন ছায়ার চেয়ে কম গাঢ়, কারণ তা সর্বসময় একটি আলোয় সম্পূর্ণত প্রতিভাত এবং অন্যটিরও সম্পূর্ণ বা অংশবিশেষ আলোয় আলোকিত। এবং তা এই দুটি আলোর যত নিকটবর্তী হয় বা xt-বহির্ভাগের দিকে যত ঘুরে যায়, আনুপাতিক হারে ততই আরও কম গাঢ় হয়ে পড়ে, কেননা তা দ্বিতীয় আলো ab-তেই বেশি প্রতিভাত।

১৮৪

সরল ছায়া প্রসঙ্গে

ef ও mc মিশ্র ছায়ার a ও b প্রতিচ্ছেদে কেন সরল ছায়ার সৃষ্টি হয়, যেমন হয়েছে eh ও mg-তে, যখন ঐ একই মিশ্র ছায়ার অন্য দুই প্রতিচ্ছেদ c ও d-তে তেমন কোন সরল ছায়া উৎপন্ন হয় না?



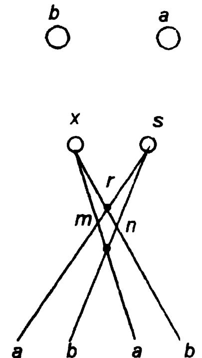
উত্তর

মিশ্র ছায়া হলো আলো ও ছায়ার মিশ্রণ, কিন্তু সরল ছায়া মানে শুধুই অন্ধকারাচ্ছন্নতা। ফলে দুটি আলো, n ও o-র একটি ঐ মিশ্র ছায়ায় পড়ে একদিক থেকে, অন্যটি পড়ে আর-এক দিক থেকে, কিন্তু যেখানে তারা পরস্পরকে ছেদ করে সেখানে কোন আলো পড়ে না, যেমন পড়েনি

a ও b-তে, সুতরাং নিতান্তই তা সরল ছায়া। যেখানে মিশ্র ছায়ার সৃষ্টি হয় না সেখানে কোন-না-কোন আলো এসে পড়েই(কিন্তু আমার বিরোধীপ(র সমস্যাও তৈরি হয় সেখানেই, কেননা তিনি বলেন যে মিশ্র ছায়া যেখানে পরস্পরকে ছেদ করে, ছায়া-সৃষ্টিকারী উভয় আলোই সেখানে পড়তে বাধ্য, ফলে ছায়া সেখানে প্রশমিত হয়ে যায়। উভয় আলোর কোনটিই সেখানে পড়ে না বলে তাঁরা তাকে বলেন সরল ছায়া আর যেখানে দুটির মধ্যে একটিমাত্র আলো এসে পড়ে, তাকে তাঁরা বলেন মিশ্র ছায়া আর যেখানে উভয় আলোই নি(প্ত হয় ছায়া সেখানে প্রশমিত হয়ে যায়। কেননা দুটি আলোই যেখানে পড়ে, সেখানে কোনরকম ছায়ার সৃষ্টি হয় না, শুধু এক আলোকিত প্রে(াপট তৈরি হয় মাত্র, যা ছায়াকে সীমায়িত করে। এখানে আমি বলব যে আমার বিরোধীপ(যা বলেছেন তা সত্যি, কিন্তু তিনি শুধুমাত্র সেই সমস্ত সত্যেরই উল্লেখ করেছেন যা তাঁর প(যায়। এর পর আমরা যদি বাদবাকি অংশের বিচার করি তাহলে তাঁকে বলতেই হবে যে আমার বিবৃতিটিই এ(ত্রে সঠিক এবং তা হলো যদি উভয় আলোই পরস্পরের ছেদবিন্দুতে এসে পড়ে, তাহলে তাদের ছায়াও প্রশমিত হয়ে পড়বে। আমি স্বীকার করছি যে এ ঘটনা অবশ্য তখনই সত্য হবে দুটি ছায়ার কোনটিই যখন একই জায়গায় পড়ে না(কেননা যেখানে একটি ছায়া ও একটি আলো এসে পড়ে, সেখানে এক মিশ্র ছায়ার উৎপত্তি হয় এবং যেখানে-যেখানে দুটি ছায়া ও দুটি সমমাত্রার আলো পড়ে, আলো ও ছায়ার সমতার কারণে সেখানকার কোন অংশে ছায়ার তারতম্য ঘটে না। অনুপাতের অষ্টম সূত্রে এ ঘটনা প্রমাণিত হয়, যেখানে বলা হয়েছে যে যদি নির্দিষ্ট কোন পরিমাণের শক্তি(ও প্রতিরোধকে একটি একক হিশেবে গণ্য করা হয়, তবে তার দ্বিগুণ পরিমাণের শক্তি(ও প্রতিরোধও দ্বিগুণিত হয়।

১৮৫

সংজ্ঞা



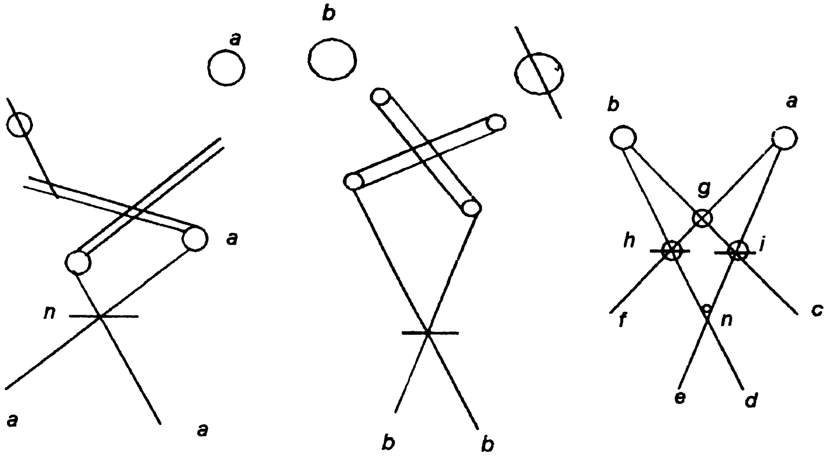
b-আলোর কারণে সৃষ্ট ছায়া n প্রতিচ্ছেদ উৎপন্ন করে, কেননা এই b-আলো xb ও sb-ছায়া সৃষ্টি করে, কিন্তু sa ও xa-ছায়ার কারণস্বরূপ a-আলো m-প্রতিচ্ছেদ উৎপন্ন করে।

কিন্তু তুমি a ও b আলো দুটিকে যদি অনাবৃত করে দাও, তাহলে তৎ(ণাৎ তুমি n ও m-নামক দুটি ছায়া পাবে, এবং তাছাড়া পাবে r ও o-তে উৎপন্ন আরও দুটি সরল ছায়া, যেখানে দুটি আলোর কোনটিই পৌঁছয় না। আলো-দুটির আপতন ও পরস্পর অতিত্র(মণের ঘটনা যত কম হবে মিশ্র ছায়ার গভীরতার মাত্রাও তত কম হবে।

১৮৬



দুটি মিশ্র আহৃত ছায়ায় রচিত n-প্রতিচ্ছেদ কেন মিশ্র ছায়ার অন্যান্য প্রতিচ্ছেদের মতো সরল ছায়ার পরিবর্তে এক মিশ্র ছায়ারই সৃষ্টি করে? এ ঘটনা ঘটে এই সূত্রের দ্বিতীয় ছবি অনুযায়ী,

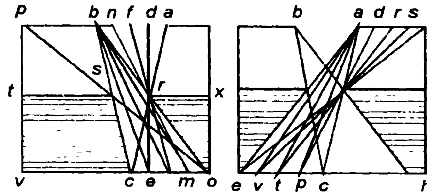


যাতে দেখা যায় যে আহৃত ছায়ার প্রতিচ্ছেদ যখন একক আলোয় সৃষ্ট স্তম্ভাকার ছায়ার ফলে উৎপন্ন হয় তখন তা সরল ছায়া সৃষ্টি করে না। এটি হলো প্রথম সূত্রটিরই অনুপূরক যেখানে বলা হয়েছে যে সরল আহৃত ছায়ার প্রতিচ্ছেদ কখনওই খুব গভীরতর ছায়ার সৃষ্টি করে না, কেননা গভীরতম সব ছায়াও একসঙ্গে যোগ করলে তা নিজের থেকে খুব বেশি অন্ধকার হয়ে পড়তে পারে না। যেহেতু, অনেক গভীরতম ছায়াও গভীরতায় দ্বিগুণ করে বাড়িয়ে-বাড়িয়েও সেই সুগভীর ছায়া মেলে না, মেলে শুধু আংশিক ছায়া। কিন্তু এ ধরনের প্রতিচ্ছেদসমূহকে যদি চোখ ও প্রতিচ্ছেদক বস্তুর মধ্যে দ্বিতীয় আর-একটি আলো স্থাপন করে আলোকিত করা যায়, তাহলে ঐ সমস্ত ছায়া হয়ে উঠবে মিশ্র ছায়া এবং প্রতিচ্ছেদের মতো বাদবাকি অন্যান্য অংশও একইরকম সুসঙ্গত অন্ধকারে ছেয়ে যাবে। উপরের প্রথম ও দ্বিতীয় ছবিতে, i ও k-প্রতিচ্ছেদ গভীরতায় দ্বিগুণ হবে না যেহেতু তা পরিমাণে দ্বিগুণ হয়েছে। কিন্তু তৃতীয় ছবিতে g ও n প্রতিচ্ছেদ যেমন গভীরতায় তেমনই পরিমাণেও দ্বিগুণ হয়ে উঠবে।

১৮৭

কীভাবে এবং কখন ছায়াচ্ছন্ন পরিপার্শ্ব আহৃত ছায়ার সঙ্গে উজ্জ্বল বস্তু থেকে আহৃত আলোও মিশিয়ে নেয়

জানালার উজ্জ্বল আলোর পার্শ্বস্থ অন্ধকার দেওয়ালের আহৃত ছায়া হলো তা-ই যা তার বিভিন্ন মাত্রার ছায়ার সঙ্গে জানালা দিয়ে আসা আলোও মিশিয়ে নেয় এবং এই বিভিন্ন গভীরতার ছায় আলোর প্রত্যেক অংশের কিছু-কিছু পরিমার্জনাও করে, একমাত্র যেখানে তা তীব্রতম (c), সেখানে ছাড়া। প্রমাণ করার জন্য ধরা যাক da হলো প্রাথমিক ছায়া, যা e-বিন্দুর অভিমুখে



গিয়েছে এবং তার আহৃত ছায়া তাকে আরও অন্ধকারাচ্ছন্ন করেছে। Δaed-র ক্ষেত্রেই যেমন দেখা যাচ্ছে যে তার e-কোণ অন্ধকারাচ্ছন্ন ভিত্তিতল dae-র মুখোমুখি এবং v-বিন্দু গাঢ় as-ছায়ার মুখোমুখি, যা আবার ad-র অংশবিশেষ, এবং কোন সমগ্র যেহেতু তার অংশের চেয়ে বড়, তাই e, যা ত্রিভুজের সমগ্র ভিত্তিতলের মুখোমুখি রয়েছে, তা আংশিকভাবে সম্মুখবর্তী v-বিন্দুর চেয়ে গভীরতর ছায়ায় থাকবে। উপরের ছবিতে প্রদর্শিত সিদ্ধান্তের ফলাফল হিশেবে v-এর চেয়ে t অন্ধকারে কম আচ্ছন্ন হবে, কেননা Δt-এর ভিত্তিতল Δv-এর ভিত্তিতলের অংশ। এবং এই একইভাবে t-এর চেয়ে p থাকবে কম অন্ধকারে, কারণ Δp-এর ভিত্তিতল Δt-এর ভিত্তিতলের অংশবিশেষ। এবং c হচ্ছে আহৃত ছায়ার শেষতম বিন্দু এবং তীব্রতম আলোর সূচনাবিন্দু।

সূত্র ১৮৭ এক্ষেত্রেও পাণ্ডুলিপির সবগুলি অক্ষর চিহ্নিত করা প্রায় দুঃসাধ্য।

আলো-ছায়া বিষয়ক চতুর্থ অধ্যায়



১৮৮

নিক্ষিপ্ত ছায়ার আকৃতি প্রসঙ্গে

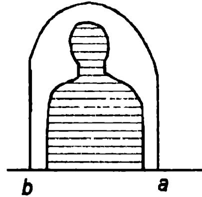
সর্বত্র সমান ঘনত্ববিশিষ্ট কোন বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত ছায়ার গড়ন বা আকৃতি কখনওই ঐ বস্তুটির মতো হয় না।

১৮৯

উল্লম্ব সমতলে নিক্ষিপ্ত কোন ছায়াই ঐ বস্তুর সত্য প্রতিরূপ হতে পারে না, যদি না আলোর কেন্দ্র ঐ বস্তুর চারিপাশের প্রান্ত থেকে সমদূরবর্তী হয়।

১৯০

যদি ab-জানালা দিয়ে কোন ঘরে সূর্যের আলো প্রবেশ করে, তবে সূর্যালোক জানালার আকার ও মাপ কিছু বাড়িয়ে দেখায় এবং কোন লোকের ছায়া এমনভাবে হ্রাস করে যে জানালার প্রকৃত



মাপ যা সূচিত করে লোকটি তার নিজের তেমন একটি নিষ্প্রভ ছায়া তৈরি করে যখন সেই দিকে যায়, তখন দেখে যে বিভিন্ন ছায়া যেখানে পরস্পরের সংস্পর্শে আসছে, আলোর

তীব্রতার কারণে তা নিষ্প্রভ ও এলোমেলো এবং পথ রোধ করে তা সূর্যালোকের সঞ্চরণে বাধা দিচ্ছে, তাহলে এই সংস্পর্শের কারণে লোকটির নিক্ষিপ্ত ছায়ার পরিণতি ঠিক উপরের ছবির মতো হবে।

১৯১

আলোর প্রতিবন্ধক কোন বস্তুর উপরিতলের সর্বত্র ঠিক একইরকম গভীরতাসম্পন্ন ছায়া কখনওই দেখতে পাওয়া যায় না, যদি না উজ্জ্বল ঐ আলোকবস্তু থেকে উপরিতলের প্রত্যেক অংশের দূরত্ব সমান হয়। এ কথা প্রমাণ করা যায় সপ্তম সূত্র দিয়ে, যেখানে বলা হচ্ছে যে অন্ধকার বা আলোকিত পশ্চাৎপট দ্বারা পরিবেষ্টিত হলে ছায়াও তদনুযায়ী হালকা বা তীব্র বলে মনে হবে। অষ্টম সূত্র দিয়েও এ কথা প্রমাণ করা যায়, যেখানে বলা হচ্ছে যে উজ্জ্বল আলোকবস্তু থেকে দূরে বা কাছে থাকলে প্রেক্ষাপটের বিভিন্ন অংশ সেই অনুপাতে অন্ধকার বা আলোকিত হবে। এবং উজ্জ্বল আলো থেকে সমদূরত্বসম্পন্ন বিভিন্ন অংশের মধ্যে সেই অংশই সবসময় সর্বোচ্চ আলোয় থাকবে যার উপরে আলোর রশ্মি পড়বে ক্ষুদ্রতম কোণে। অসম উপরিতলের উপর নিক্ষিপ্ত ছায়ার রূপরেখা, যে-বস্তু তা নিক্ষেপ করছে তার অনুরূপ পরিলেখ-সমেত দেখা যাবে, যদি আলোর কেন্দ্র যেখানে রয়েছে, ঠিক সেইখানে চোখ রাখা যায়।

যে-বস্তু ছায়া নিক্ষেপ করছে তার থেকে সবচেয়ে দূরবর্তী ছায়া হবে সবচেয়ে গাঢ়। ছায়াস্থিত কোন বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত ছায়া, সমস্ত অংশেই সমান দূরত্বসম্পন্ন হওয়া সত্ত্বেও বিভিন্ন ঔজ্জ্বল্যের প্রেক্ষাপটে দেখা হলে তা সমান গভীরতাসম্পন্ন বলে মনে হবে না।

১৯২

নিক্ষিপ্ত ছায়ার পরিলেখ প্রসঙ্গে

আহৃত ছায়ার প্রান্ত তখনই সবচেয়ে স্পষ্ট ও পরিষ্কার হবে যখন তা প্রাথমিক ছায়ার সবচেয়ে কাছে নিক্ষিপ্ত হবে।

১৯৩

আহৃত ছায়া প্রাথমিক ছায়ার থেকে যত দূরে যাবে, ততই এই নিক্ষিপ্ত ছায়া প্রাথমিক ছায়ার থেকে তার ভিন্নতা প্রকাশ করবে।

১৯৪

সেই সমস্ত ছায়া প্রসঙ্গে, যাদের শেষসীমা বলে কিছু নেই

আলো এবং ঐ আলোয় আলোকিত বস্তুর পার্থক্য যত বেশি হবে, আলোর আকৃতি বড় হলে ঐ বস্তু-নিক্ষিপ্ত ছায়ার রূপরেখা বা পরিলেখ ততই অস্পষ্ট ও অনিশ্চিত হয়ে পড়বে।

আহৃত ছায়া কোন সমতল দ্বারা প্রতিচ্ছেদিত প্রান্তের দিকে সবচেয়ে অস্পষ্ট ও অনিশ্চিত হয়ে থাকে, যেখানে ছায়া-নিক্ষেপকারী বস্তুটির থেকে তা সবচেয়ে দূরস্থ।

১৯৫

ছায়ার পরিলেখ অস্পষ্ট আর অনিশ্চিত হয়ে পড়ার কারণ কী?

ছায়ার প্রান্তসীমার স্পষ্ট ও নির্দিষ্ট রূপরেখা দেওয়া কি সম্ভব?

১৯৬

আলোর নিকটতম বস্তুটিই বৃহত্তম ছায়া নিক্ষেপ করে — কেন?

নিক্ষিপ্ত ছায়ার তুলনামূলক মাপ নিয়ে

যদি কোন একটি আলোর সামনে তার খুব কাছে কোন বস্তু রাখা যায়, তাহলে উল্টোদিকের দেওয়ালে দেখবে যে তা খুব বড় ছায়া নিক্ষেপ করেছে। এরপর ঐ আলোর থেকে বস্তুটিকে তুমি যত দূরে নিয়ে যাবে, ততই তার প্রতিচ্ছায়া ক্রমশ ছোট হয়ে আসবে।

যে-বস্তু তাকে সৃষ্টি করেছে তার চেয়ে বৃহদাকার ছায়া কেন বিষমানুপাতিক হয়ে পড়ে

সৃজক বস্তুর চেয়ে বৃহত্তর ছায়ার বিষমানুপাতিক আকার-আয়তনের কারণ হলো : এক্ষেত্রে বস্তুটির চেয়ে আলো ক্ষুদ্রতর হওয়ায় বস্তুটির প্রান্তসীমা সর্বত্র তার থেকে সমদূরত্বসম্পন্ন হতে পারে না এবং যে-অংশ সেক্ষেত্রে সবচেয়ে দূরে আছে তা অপেক্ষাকৃত নিকটবর্তী অংশের চেয়ে বৃহত্তর ছায়ার সৃষ্টি করে।

যে-ছায়া তার নিক্ষেপকারী বস্তুর চেয়ে বড়, তার রূপরেখা কেন অনির্দিষ্ট হয়

কোন আলোর চারিপাশের আবহ ঔজ্জ্বল্য ও বর্ণের বিচারে প্রায় ঐ আলোর মতোই সমুজ্জ্বল, কিন্তু তার থেকে দূরত্ব যত বাড়ে ততই এই সাদৃশ্য হারাতে থাকে। আলোর নিকটস্থ কোন বস্তু

যখন বৃহৎ ছায়া নিক্ষেপ করে তখন তা ঐ আলো ও তার চারিপাশের উজ্জ্বল আলো — উভয়েই দ্বারাই আলোকিত হয়, আর এই আবহজনিত বিকীর্ণ আলোর কারণেই ছায়ার প্রান্তরেখা হয়ে পড়ে অস্পষ্ট ও অনির্দিষ্ট।

১৯৭



গোলাকার আলোর চেয়ে লম্বা ও সরু আকারের আলো আহৃত ছায়ার প্রান্তরেখা অনেক বেশি অনিশ্চিত ও বিভ্রান্তিকর করে তোলে, এবং এ ঘটনা পরবর্তী বিবৃতির বিরোধিতা করে, যেখানে বলা হয় যে কোন ছায়া প্রাথমিক ছায়া বা বলা ভালো ছায়া-নিক্ষেপকারী বস্তুর যত কাছে যাবে ততই তার পরিলেখ অনেক স্পষ্ট ও সুসংজ্ঞাত হয়ে উঠবে; এক্ষেত্রে এ ঘটনার একমাত্র কারণ আলোর দীর্ঘায়ত আকার।

১৯৮



পরিমার্জিত ছায়া প্রসঙ্গে

নিক্ষিপ্ত ছায়ার উপর প্রেক্ষাপটের প্রভাব

কোন আলোকিত দেওয়াল বা আলোকোজ্জ্বল বস্তুর উপর নিক্ষিপ্ত ছায়াকে বলে পরিমার্জিত ছায়া।

আলোকিত প্রেক্ষাপটে কোন ছায়াকে গাঢ়তর বলে মনে হয়। আহৃত ছায়া প্রাথমিক ছায়ার যত নিকটবর্তী হয় ততই তার পরিলেখ স্পষ্ট ও নির্দিষ্ট হয়ে ওঠে। আহৃত ছায়ার আকৃতি সেখানেই সবচেয়ে সুস্পষ্ট ও সুনির্দিষ্ট হয়ে থাকে যেখানে তা প্রতিচ্ছেদিত হয়, যেখানে কোন সমতল তাকে সবচেয়ে সমান মাপের কোণে ছেদ করে।

ছায়ার সেই সমস্ত অংশই
গাঢ়তম বলে প্রতীয়মান
হয়, যার বিপরীতে
গাঢ়তর বস্তুর অবস্থান।
ছায়াকে অপেক্ষাকৃত
হালকা বলে মনে হয়
যখন তা কোন
আলোকিত বস্তুর

মুখোমুখি হয়। এই
আলোকিত বস্তু
আকারে যত বড় হয়,
ছায়াংশ তত বেশি
আলোকিত হয়ে ওঠে।

কোন গাঢ় অন্ধকার
বস্তুর উপরিতল

যত প্রশস্ত হয়
ততই তা আহৃত ছায়া
যেখানে প্রতিচ্ছেদিত
হয়, সেই জায়গাকে
অন্ধকারে আচ্ছন্ন
করে ফেলে।

১৯৯

মসৃণ সমতলে ত্রিভুজ কোন ছায়া নিক্ষেপ করে না — এই অভিমত প্রসঙ্গে

এক বিতর্কিত প্রতিপাদ্য

কোন-কোন গণিতজ্ঞ মনে করেন যে কোন ত্রিভুজ, যার ভিত্তি আলোর দিকে ঘোরানো, তা মসৃণ সমতলে কোন ছায়া নিক্ষেপ করে না এবং এ কথা তাঁরা এই বলে প্রমাণ করতে চান যে আলোর চেয়ে ক্ষুদ্র কোন বলয়াকার বস্তু ছায়ার মধ্যভাগে পৌঁছতে পারে না। দীপ্ত আলোর রেখাগুলি সরলরেখা, সুতরাং ধরা যাক আলো এখানে gh এবং ত্রিভুজ lmn, মসৃণ সমতল হচ্ছে ik। তাঁরা বলেন যে g-আলো ত্রিভুজের একপাশ ln এবং iq-সমতলের একাংশে পড়ছে।

আবার h ঠিক g-এর মতো প্রথমে lm, তারপর mn এবং pk-সমতলের উপর পড়ছে। এবং এইভাবে যদি সমগ্র সমতল অংশ gh-আলোর সম্মুখবর্তী হয়, তাহলে এ কথা স্পষ্ট যে ত্রিভুজের কোন ছায়া নেই, যার ছায়া নেই তা কোন ছায়া নিক্ষেপও করতে পারে না; এক্ষেত্রে, শুনে মনে হয় সূত্রটি বিশ্বাসযোগ্য। কিন্তু যদি npg, g ও h-আলোয় আলোকিত না-হয়ে ip দ্বারা হয় এবং g ও k, এর কোন দিকই একটিমাত্র আলোর বেশি আলোয় আলোকিত না-হয়, অর্থাৎ ip, hg-র কাছে অদৃশ্য হয় এবং k কখনওই g-দ্বারা আলোকিত না-হয়, তাহলে pq, ছায়াস্থিত দুটি দৃশ্যমান অংশের মতো দ্বিগুণ আলোয় আলোকিত হয়ে উঠবে।

সূত্র ১৯৯ এই সূত্রটির প্রথমাংশ এতই দুর্বোধ্য যে এর সঠিক কোন ব্যাখ্যা পাওয়া যায় না। মনে হয় কিছু শব্দ মূল পাণ্ডুলিপিতেই বাদ পড়েছে, ফলে এই বিপত্তি।

২০০

নিক্ষিপ্ত ছায়ার তুলনামূলক গাঢ়তা বা গভীরতা প্রসঙ্গে

কোন একটি অঞ্চল সবচেয়ে বেশি ছায়ার মধ্যে থাকে, যখন বহুসংখ্যক অন্ধকারাচ্ছন্ন রশ্মি তার উপর পড়ে। যে-অঞ্চল সবচেয়ে প্রশস্ত বা স্থূল কোণে এই সমস্ত রশ্মি গ্রহণ করে, তা সবচেয়ে অন্ধকার হয়ে থাকে। আবার কোন অঞ্চল সবচেয়ে বেশি আলোকিত হয়ে ওঠে, যখন বহুসংখ্যক উজ্জ্বল আলোকরশ্মি তার উপর এসে পড়ে।

২০১

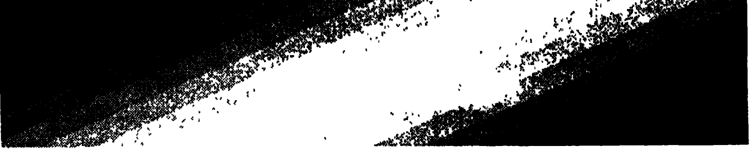
cd, ab-র যতগুণ, cr-এর তুলনায় an তত অন্ধকার।

২০২

কোন বস্তু যত ক্ষীণতর রশ্মি দ্বারা আলোকিত হবে, কোন সমতলে সেই বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত ছায়াও সেই অনুপাতে ক্ষুদ্রতর হবে। ধরা যাক, de হলো ঐ বস্তু এবং dc সমতল অংশ; এখন fg, de-র যতগুণ, fh থেকে dc-তে আলোর অনুপাতও ততগুণ। যে-ছিদ্র দিয়ে আলো নিক্ষিপ্ত হচ্ছে, তার থেকে দূরত্বের অনুপাতে আলোকরশ্মিও দুর্বলতর হয়ে পড়ে।

সূত্র ২০০ সংশ্লিষ্ট ছবিটি অস্পষ্ট বলে এখানে তাব ব্যাখ্যাও বাদ দেওয়া হয়েছে।

আলো এবং ছায়া বিষয়ক পঞ্চম অধ্যায়

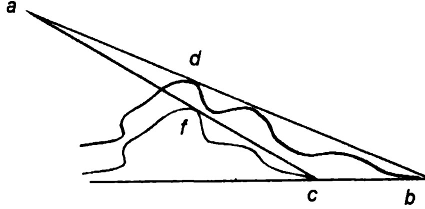


২০৩

বস্তু-কর্তৃক নিক্ষিপ্ত ছায়া যেভাবে সংজ্ঞাত হওয়া উচিত

প্রতিফলনের নীতি

যদি বস্তুটি হয় পাহাড়, ছবিতে যেমন দেখানো হয়েছে, এবং আলো থাকে a-বিন্দুতে, তাহলে আমি বলছি যে bd এবং cf-এ কোন আলো থাকবে না, থাকবে শুধু প্রতিফলিত রশ্মি। এ ঘটনা



ঘটবে এই কারণে যে আলো শুধুমাত্র সরলরেখাতেই ক্রিয়া করতে পারে, এবং গৌণ বা প্রতিফলিত রশ্মির ক্ষেত্রেও তা সত্যি।

২০৪

আহৃত ছায়ার প্রান্তরেখা উজ্জ্বল অবয়ব, যা ছায়া সৃষ্টি করেছে তার চতুষ্পার্শ্বস্থ আলোকিত বস্তুর বর্ণাভার দ্বারা নির্দিষ্ট হয়।

২০৫



প্রতিবিম্বন প্রসঙ্গে

প্রতিবিম্বন ঘটে তখনই, সমতল ও প্রায়-অনচ্ছ কোন উজ্জ্বল প্রকৃতির বস্তু যখন তার ওপর আলো পড়লে তা আবার আগের বস্তুতে ফিরিয়ে দেয়, ঠিক কোন বল যেমন দেওয়ালে লেগে প্রতিনিক্ষিপ্ত হয়।

যেখানে কোন প্রতিফলিত আলো থাকতে পারে না

যাবতীয় ঘনবস্তুরই উপরিতল নানা মাত্রার আলো ও ছায়ায় পূর্ণ থাকে। আলো হয় দু'ধরনের, একটিকে বলে মৌলিক আলো, অন্যটি ধার-করা। মৌলিক আলো তাকেই বলে, যা আগুনের শিখা, সূর্যের আলো বা আবহমণ্ডলের মতো সহজাত স্বাভাবিক আলো। ধার-করা আলো মানে প্রতিফলিত আলো, কিন্তু প্রতিশ্রুত সংজ্ঞার কথায় ফিরে গেলে বলতে হয় যে এই উজ্জ্বল প্রতিবিম্বন অন্ধকারাচ্ছন্ন বস্তুর সম্মুখবর্তী কোন অবয়বের অংশ থেকে উৎপন্ন হয় না। যেমন ধরা যাক কোন ছায়াচ্ছন্ন অঞ্চল, নানান উচ্চতার ঘাসে ভরা মাঠ, সবুজ বা ন্যাড়া বনাঞ্চল, যেখানে মৌলিক আলোর দিকে মুখ-করা প্রত্যেক শাখার এক দিকে আলোর একাংশ পড়ে ঠিকই, কিন্তু প্রত্যেক শাখা থেকে পৃথকভাবে নিক্ষিপ্ত ছায়া এবং তৎসহ একটি শাখার উপর আর-একটি শাখার ছায়া এত অসংখ্য যে শেষ পর্যন্ত ফলাফলে আলো আর ধর্তব্যের মধ্যে পড়ে না। সুতরাং এ জাতীয় বস্তু চারপাশের বস্তুর উপর কোন প্রতিফলিত আলো নিক্ষেপ করতে পারে না।

২০৬

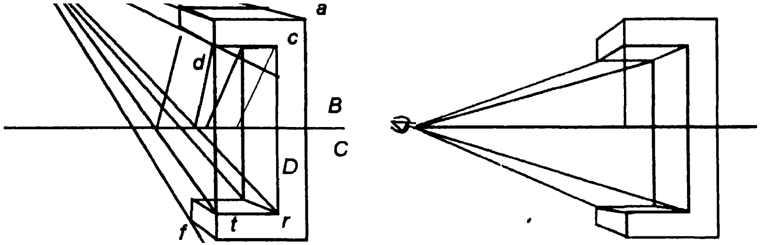
পরিপ্রেক্ষিত

জলের উপর প্রতিফলন

জলস্রোতে, অর্থাৎ তার ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র ঢেউয়ে প্রতিবিম্বিত বস্তু বা তার ছায়া সবসময়েই বাহ্যিক সৃজক বস্তুর চেয়ে বড় হয়।

২০৭

বস্তুর জল-প্রতিবিম্বের সঙ্গে প্রতিবিম্বিত বস্তুর গড়ন সমরূপ হওয়া অসম্ভব, যেহেতু এক্ষেত্রে চোখের কেন্দ্রবিন্দু রয়েছে জলতলের উপরে।



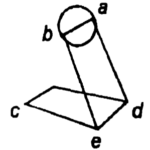
একথা পরিষ্কার করে বোঝানো যায় ছবিতে, যেখানে দেখানো হয়েছে যে চোখ ab-তল দেখতে পাচ্ছে, কিন্তু rt ও lf -তে তা দেখতে পাচ্ছে না, rt-তে তা প্রতিচ্ছবির উপরিতল দেখতে পাচ্ছে, কিন্তু প্রকৃত বস্তুর cd-তে তা দেখতে পাচ্ছে না। সুতরাং যতক্ষণ না চোখ জলতলে স্থিত হচ্ছে, যেমন কীনা দেখানো হয়েছে পাশের ছবিতে, ততক্ষণ তা দেখা অসম্ভব।

২০৮

আয়না

আয়নার সাহায্যে পরীক্ষা

যদি আলোকিত বস্তুটি আলোকবস্তু এবং যে-বস্তুতে আলো প্রতিফলিত হচ্ছে, তার সমান মাপের হয়, তাহলে প্রতিফলিত আলোর পরিমাণ দ্বিতীয় আলোর সঙ্গে প্রথম আলোটির মতো এই মধ্যবর্তী আলোর সমানুপাতিক হবে, অবশ্য যদি দুটি বস্তুই এক্ষেত্রে মসৃণ ও শাদা হয়।



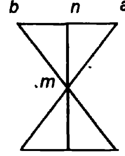
২০৯

বর্ণনা করো এ ঘটনা কীভাবে ঘটে যে আয়নায় কোন বস্তুর কোন সীমানা থাকে না, কিন্তু যে-চোখ তা আয়নায় দেখছে, সেখানে তা সীমায়িত। কেননা, তুমি যদি আয়নায় তোমার মুখ দেখ, অংশ সেখানে সমগ্রের প্রতিভূ বা তার সদৃশ, যেহেতু সেই অংশ আয়নার সর্বত্র ছড়িয়ে, এবং সমগ্রও ঐ একই আয়নার প্রত্যেক অংশে বর্তমান। এ কথা এই আয়নার বিপরীতে স্থাপিত কোন বস্তুর সমগ্র প্রতিচ্ছবির ক্ষেত্রেও সত্য।

সূত্র ২০৭ : ছবিতে A চোখেব, B বায়ুমণ্ডলেব, C জলের এবং D বস্তুর সূচক।

২১০

বস্তুপুঞ্জের পরিপ্রেক্ষিতে কোন লোক আর-একজন লোকের প্রতিচ্ছবি আয়নায় তার যথার্থ জায়গায় দেখতে পারে না; কেননা প্রতিটি বস্তু এক্ষেত্রে আয়নার তলে একই কোণে প্রক্ষিপ্ত হচ্ছে। এবং ঐ লোকটি, যে আর-একজন লোককে আয়নায় দেখছে, যদি তার প্রতিচ্ছবির সঙ্গে প্রত্যক্ষ সরলরেখায় না-থাকে, তাহলে ঠিক যেখানে ঐ প্রতিচ্ছবি পড়ছে, সেখানে তা দেখতে



পাবে না, আর যদি সে ঐ রেখার মধ্যে এসে দাঁড়ায়, তাহলে সে অন্য লোকটিকে আড়াল করে এবং তার প্রতিচ্ছবির দ্বারা অধিকৃত জায়গায় নিজেকে স্থাপিত করে। এখন, ধরা যাক, no হলো আয়না, b তোমার বন্ধুর চোখ, আর d তোমার চোখ। তোমার বন্ধুর চোখ তোমার কাছে a-তে প্রতিভাত হবে, আর তার কাছে মনে হবে যেন তোমার চোখ রয়েছে c-তে এবং দৃষ্টিরশ্মির প্রতিচ্ছেদ ঘটবে m-এ, ফলে তোমাদের মধ্যে যে-কেউই m স্পর্শ করলে সে অন্যজনের চোখ স্পর্শ করবে। এবং তুমি যদি আয়নায় অন্যজনের চোখ স্পর্শ করো, তাহলে তার মনে হবে যেন তুমি আসলে তোমার নিজেরই চোখ স্পর্শ করেছ।

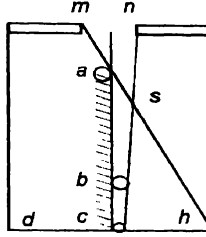
২১১

ছায়া এবং তার গতি প্রসঙ্গে

পরিশিষ্ট : গতিময় ছায়া প্রসঙ্গে

যখন দুটি বস্তুই ছায়া নিক্ষেপ করছে এবং জানালা ও দেওয়ালের মধ্যেকার জায়গায় একে অন্যের সামনে যথেষ্ট দূরত্ব বজায় রেখে অবস্থান করছে, তখন জানালার নিকটবর্তী বস্তুটিকে জানালার আড়াআড়ি তির্যকভাবে যদি নাড়ানো যায় তাহলে দেওয়ালের নিকটস্থ বস্তুটির ছায়াও নড়াচড়া করবে। এ ঘটনা প্রমাণ করার জন্য ধরা যাক a ও b দুটি বস্তু nm জানালা ও op দেওয়ালের মধ্যে নিজেদের ভিতরে যথেষ্ট দূরত্ব (ab) রেখে অবস্থান করছে। আমি বলতে



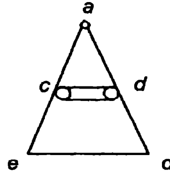


চাই যে যদি a বস্তুটিকে s-এর দিকে নিয়ে যাওয়া হয়, তবে b-বস্তুটির ছায়া, যা c-তে রয়েছে, সরে d-এর দিকে যাবে।

২১২

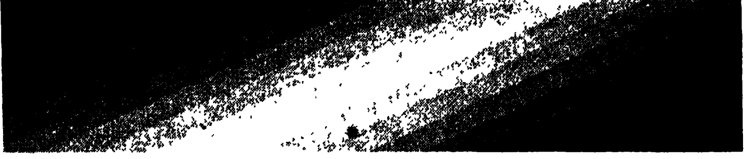
ছায়ার গতি প্রসঙ্গে

ছায়ার গতি সবসময়েই যে-বস্তু তাকে সৃষ্টি করেছে তার চেয়ে বেশি, যদি অবশ্য আলো এক্ষেত্রে স্থির থাকে। এ ঘটনা প্রমাণ করার জন্য ধরা যাক যে a হলো কোন উজ্জ্বল আলোকবস্তু, আর b হলো ছায়া-নিক্ষেপকারী বস্তু, আর d হলো ছায়া। আমি বলছি, যে-সময়ে কোন ঘনবস্তু b থেকে c-তে যাবে, ছায়া সে সময়ে d থেকে e-তে গিয়ে পৌঁছবে। একই সময়ঘেরের মধ্যে গতির এই দ্রুততা অতিক্রান্ত দূরত্বের সমানুপাতিক। সুতরাং b থেকে c-তে বস্তুর অতিক্রান্ত দুরত্বের সঙ্গে ছায়ার d থেকে e-তে যাওয়ার অনুপাত তাদের গতির দ্রুততার যে-অনুপাত, তার সমান।



কিন্তু ঘনবস্তুর গতিবেগের সঙ্গে ঐ উজ্জ্বল আলোকবস্তুর গতিবেগও যদি সমান হয়, তাহলে ছায়া এবং ছায়ানিক্ষেপকারী বস্তুটি একই গতিতে দৌড়বে। আর যদি আলোকবস্তুটি ঘনবস্তুটির তুলনায় তীব্র গতিতে যায়, তাহলে ছায়ানিক্ষেপকারী বস্তুটির চেয়ে ছায়া ধীর গতিতে এগোবে। কিন্তু যদি আলোকবস্তুটি ঘনবস্তুটির চেয়ে অনেক ধীরগতিতে এগোয়, তাহলে ছায়া বস্তুটির তুলনায় অনেক দ্রুতগতিতে এগোবে।

আলো-ছায়া বিষয়ক ষষ্ঠ অধ্যায়



২১৩

কোন ছিদ্রের মধ্যে দিয়ে সঞ্চরণকালে রশ্মির পরিণতি

নক্ষত্র বা তারকাসদৃশ কোন ছিদ্রের মধ্য দিয়ে তুমি যদি সূর্যরশ্মিকে প্রেরণ করো, তাহলে যেখানে ঐ সূর্যরশ্মি গিয়ে পড়বে সেখানে পরিপ্রেক্ষিতের এক চমৎকার রূপ দেখতে পাবে।

২১৪

কোন ক্ষুদ্র ছিদ্রই সমকেন্দ্রিক একগুচ্ছ আলোকরশ্মিকে এতটা বদলে ফেলতে পারে না যে দীর্ঘ দূরত্বেও আলোকরশ্মির কারণ বা উৎসস্বরূপ যে-আলোকবস্তু রয়েছে, তার প্রকৃত রূপ বা আকৃতির সঞ্চার ব্যাহত হতে পারে। এ ঘটনা অসম্ভব যে কোন সমান্তরাল চিড় বা ফাটলের মধ্যে দিয়ে যাওয়া আলোকরশ্মি তার উৎসস্বরূপ বস্তুর আকৃতি বা রূপ প্রকাশ করছে না, যেহেতু ঐ আলোকবস্তু-সৃষ্ট যাবতীয় ঘটনাই বস্তুত ঐ বস্তুরই প্রতিফলন মাত্র : নৌকাকৃতি চাঁদ, যদি কোন ছিদ্র দিয়ে প্রেরণ করা যায়, তাহলে যে-তলের উপর গিয়ে তা পড়বে, সেখানে নৌকাকৃতি বস্তুর ছবি ফুটে উঠবে। কেন দূরস্থিত বস্তুকে চোখ উল্লম্ব তলে তাদের পরিমাপের চেয়ে বৃহৎ আকারে দেখে?

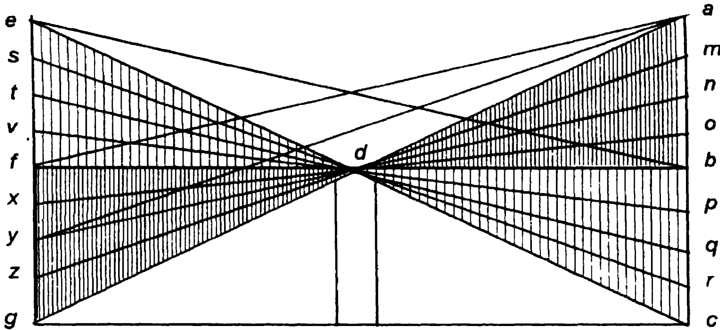
২১৫

ছায়ার বিভিন্ন মাত্রা প্রসঙ্গে

সামনে থেকে পিছনে দৈর্ঘ্য-হ্রাসের নিয়মে যদিও আলো-ছায়ার বিস্তৃতি এবং দৈর্ঘ্য সংকীর্ণ ও হ্রস্ব হয়ে আসে, তথাপি আলো বা ছায়ার পরিমাণ বা গুণাগুণ এক্ষেত্রে বাড়ে বা কমে না। দৈর্ঘ্য হ্রাসের নিয়মে আলো এবং ছায়া যখন হ্রাস পায়, তখন তার কাজ হলো যে-গুণমানে ও

পরিমাণে তা অন্য বস্তুর উপর পড়ে তদনুযায়ী বিপরীতস্থ বস্তু আলোকিত ও ছায়াচ্ছন্ন করা।

কোন আহৃত ছায়া যে-অনুপাতে তার চূড়ান্ত বিন্দুর নিকটবর্তী হয়, ততই তা গাঢ়তর বলে প্রতিভাত হয়। প্রতিচ্ছেদের ওপারে gz শুধু চিহ্নিত yz-ছায়াংশের সম্মুখীন হয়; প্রতিচ্ছেদের মাধ্যমে তা mn থেকে ছায়া গ্রহণ করে এবং am-ছায়া গ্রহণ করে সরাসরি, ফলে gz-এর চেয়ে তা দ্বিগুণ গাঢ়। yx, প্রতিচ্ছেদের মাধ্যমে no ছায়া গ্রহণ করে, কিন্তু সরাসরি গ্রহণ করে nma ছায়া, ফলে zg-র চেয়ে xy তিনগুণ বেশি গাঢ়। xf. প্রতিচ্ছেদের মাধ্যমে ob-র মুখোমুখি হয় এবং onma-র মুখোমুখি হয় সরাসরি, সুতরাং আমরা বলব যে fx-এর মধ্যবর্তী ছায়া zg-র চারগুণ বেশি গাঢ়, কেননা তা চারগুণ বেশি ছায়ার সম্মুখীন হয়।

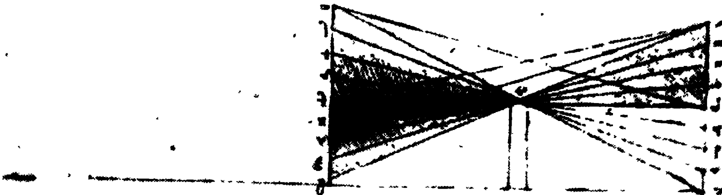


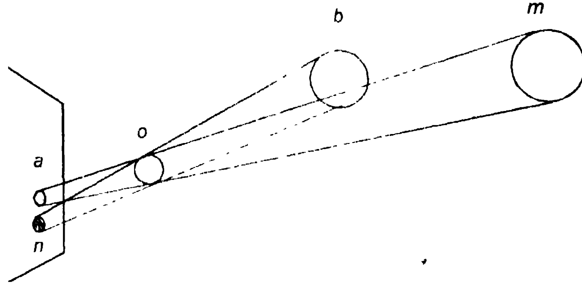
এখন, ধরা যাক, ab হলো সেই অংশ যেখানে প্রাথমিক ছায়া রয়েছে, এবং bc হলো প্রাথমিক আলো, d হলো সেই জায়গা, যেখানে তা প্রতিচ্ছেদিত হয়েছে, fg হলো আহৃত ছায়া, আর fe আহৃত আলো। এ কথা নিশ্চিত ব্যাখ্যার শুরুতে থাকা উচিত ছিল।

২১৬

কোন বস্তুর উপরিতলের সেই অংশ যার উপরে বিপরীতদিকে অবস্থিত অন্যান্য বস্তু থেকে প্রতিচ্ছবি (প্রতিফলন) বৃহত্তম বা স্থূলতম কোণে প্রক্ষিপ্ত হয়, তা ঐ সব বস্তুর বর্ণাভা সবচেয়ে প্রবলভাবে গ্রহণ করে। নিক্ষিপ্ত ছায়ার সন্নিহিত আলোকিত তলের সেই অংশ, যার উপরে কোন ছায়া নিক্ষিপ্ত হয় তা সবচেয়ে উজ্জ্বল বলে প্রতিভাত হয়। অধিক পরিমাণ উজ্জ্বল রশ্মি দ্বারা আলোকিত কোন বস্তু যেমন উজ্জ্বলতর হয়ে ওঠে, তেমনই যার উপর বেশি পরিমাণ ছায়া পড়ে, তা গাঢ়তর হয়ে ওঠে।







আলো ও ছায়ার তুলনামূলক অনুপাত প্রসঙ্গে

পরস্পরের নিকটস্থ ও ঠিক বিপরীতদিকে অবস্থিত এবং বর্ণাভাব বিচারে সমরূপ দুটি মসৃণ তল থেকে উৎসারিত এবং নিয়ন্ত্রিত ছায়ার রশ্মির ক্ষেত্রে দেখা যায় যে তা গোড়ার চেয়ে শেষের দিকে অন্ধকারতর, যা আবার উজ্জ্বল রশ্মিগুচ্ছের আপতনের দ্বারা নির্ধারিত হয়।

তুমি এ-ও দেখবে যে a ও n আহত ছায়ার গভীরতা তার উৎসস্বরূপ m ও b আলোকবস্তুর নিকটবর্তিতার সমানুপাতিক এবং যদি আলোকবস্তুগুলি একই মাপের হয় তাহলে আরও দেখবে যে আলোকবৃত্ত দ্বারা নিক্ষিপ্ত আলো এবং তার ছায়া উপরিউক্ত আলোকবস্তুর দূরত্বের সমানুপাতিক।

২১৭

প্রতিফলনের সেই অংশই উজ্জ্বলতর, প্রতিফলিত রশ্মি যেখানে হ্রস্বতর

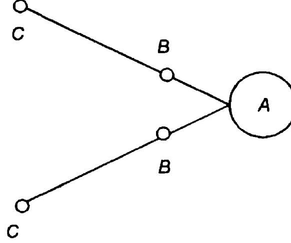
সম্মিলিত ছায়া-নিক্ষেপের ফলে রচিত বা উৎপন্ন অন্ধকার, তার উৎস বা কারণানুসারী, যা উৎসারিত ও সমাপ্ত হয় নিকটস্থ ও পরস্পরের ঠিক বিপরীতদিকে অবস্থিত এবং সমবর্ণাভাযুক্ত দুটি মসৃণ তলের মধ্যে।

আলোর উৎস যত বড় হয়, উজ্জ্বল ও ছায়াচ্ছন্ন রশ্মিগুলি ততই পরস্পরের সঙ্গে মিশে যায়। এ ঘটনা ঘটে এই জন্য যে যেখানে উজ্জ্বল রশ্মি থাকে অধিক পরিমাণে, সেখানে আলোও হয় বেশি, কিন্তু উজ্জ্বল রশ্মির পরিমাণ যেখানে স্বল্প, সেখানে আলোও হয় সামান্য, ফলে ছায়ারশ্মিগুলি তখন এসে তাদের সঙ্গে সম্মিলিত হয়।

সূত্র ২১৬ সংশ্লিষ্ট ছবিতে m চিহ্নিত বৃত্তের জায়গায় উজ্জ্বল আলোকবস্তু b চিহ্নিত বৃত্তের মধ্যে উজ্জ্বলতা এবং o চিহ্নিত বৃত্তের মধ্যে লেখা ছিল ছায়াচ্ছিত বস্তু।

২১৮

যে-সমস্ত আনুপাতিক হিশেবের কথা আমি লিখেছি, প্রত্যেক ক্ষেত্রেই বুঝতে হবে যে বস্তুগুলির অন্তর্বর্তী মাধ্যমটি এক। আলোকবস্তুটি যত ক্ষুদ্র হবে ছায়ার সঞ্চার ততই স্পষ্ট ও পরিষ্কার হবে।



দুটি বিপরীত ছায়া যখন একই বস্তু কর্তৃক উৎপন্ন হয়, এবং রূপে ও আকারে সমান হলেও একটি যদি অন্যটির চেয়ে দ্বিগুণ অন্ধকার হয়, তাহলে দুটি আলোর মধ্যে একটি আলোক-উৎস অবশ্যই দ্বিগুণ ব্যাসযুক্ত হবে এবং অন্যটি অবশ্যই অনচ্ছ বস্তু থেকে দ্বিগুণ দূরত্বে থাকবে। যদি বস্তুটিকে আলোকবস্তুর আড়াআড়ি ধীরে-ধীরে সরানো যায়, এবং বস্তুটি থেকে খানিক দূরত্বে যদি ছায়া তাকে ছেদ করে, তাহলে আহৃত ছায়া এবং প্রাথমিক ছায়ার গতি তুলনামূলকভাবে আলো থেকে বস্তুটির দূরত্ব এবং ছায়া যেখানে প্রতিচ্ছেদিত হয় সেখান থেকে বস্তুটির দূরত্বের সমানুপাতিক, ফলে বস্তুটিকে ধীরে-ধীরে সরানো হলেও ছায়া অনেক দ্রুত গতিতে সরবে।

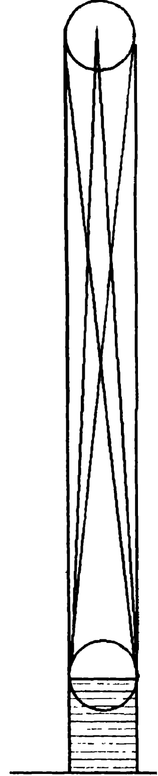
২১৯

উজ্জ্বল পৃষ্ঠভূমি দ্বারা পরিবেষ্টিত হলে কোন উজ্জ্বল বস্তুকেও তুলনায় স্বল্পোজ্জ্বল বলে মনে হয়।

আমি দেখেছি যে যে-সমস্ত নক্ষত্র দিগন্তের নিকটবর্তী, অন্যান্য নক্ষত্রের চেয়ে তাদের বৃহত্তর বলে মনে হয় কেননা সেক্ষেত্রে যখন তারা আমাদের মাথার উপর থাকে, তার চেয়ে অনেক বেশি পরিমাণ আলো সূর্য থেকে তাদের উপর পড়ে। সূর্য থেকে বেশি পরিমাণ আলো পাওয়ার

সূত্র ২১৮ ছবিতে A আলো, B বস্তু ও C বস্তুর ছায়া হিশেবে চিহ্নিত ছিল।

ফলে তারা আলো দেয়ও অনেক বেশি, এবং তার মধ্যে যেগুলি সবচেয়ে উজ্জ্বল, তাদেরই সবচেয়ে বড় বলে মনে হয়। মাথার উপরে এবং কুয়াশাচ্ছন্নতার মধ্যে দেখলে সূর্যকে যেমন লাগে, যখন কুয়াশা থাকে না তখন সূর্যকে তার চেয়ে ঢের বড় বলে মনে হয়, কিন্তু কুয়াশাচ্ছন্ন আকাশে তা হ্রাসপ্রাপ্ত হয়। বিশুদ্ধ আহৃত ছায়ার পিরামিডের মধ্যস্থিত কোন জায়গা থেকে কোন উজ্জ্বল বস্তুর কোন অংশই দৃশ্যমান হয় না।



২২০

দূরস্থিত গাছের সরু-সরু শাখার মধ্যে দিয়ে কোন বস্তুর উপর সূর্যের আলো পড়লে তা একটিমাত্র ছায়া নিক্ষেপ করে।

যদি অনচ্ছ বস্তু এবং উজ্জ্বল বস্তু দুই-ই বলয়াকার বা গোলাকার হয় তবে উজ্জ্বল বস্তু ও রশ্মিজাত পিরামিডের ভিত্তি এবং অনচ্ছ বস্তু ও ছায়াজাত পিরামিডের ভিত্তি হবে সমানুপাতিক।

যখন কোন সঞ্চারিত বা প্রেরিত ছায়া তার বিপরীতে অবস্থিত কোন মসৃণ তল দ্বারা প্রতিচ্ছেদিত হয় এবং ছায়ানিক্ষেপকারী বস্তুটির চেয়ে উজ্জ্বল বস্তুটির অধিক দূরত্বে থাকে, তখন আনুপাতিক হারে তাকে অনেক বেশি অন্ধকার বলে মনে হয় এবং তার প্রান্তদেশও ঢের স্পষ্ট ও পরিষ্কার লাগে।

২২১

গাছের মোটা-মোটা শাখার মধ্যে দিয়ে অতিক্রান্ত সূর্যের আলোয় আলোকিত কোন বস্তু সূর্য এবং তার মধ্যে অবস্থিত শাখার সংখ্যানুযায়ী অনেকগুলি ছায়া সৃষ্টি করবে।

কোন অনচ্ছ পিরামিডাকৃতি বস্তুজাত ছায়ারশ্মি যেখানে প্রতিচ্ছেদিত হয় সেখানে তা দু'ভাগে বিভক্ত পরিলেখের এবং বিভিন্ন গভীরতাযুক্ত ছায়ার সৃষ্টি করে। কোন আলো যদি তার

সম্মুখস্থ কোন অনচ্ছ পিরামিডাকৃতি বস্তুর শীর্ষভাগের চেয়ে প্রশস্ত, কিন্তু ভিত্তিভূমির চেয়ে সংকীর্ণ হয় তাহলে ঐ পিরামিডকে তা দু'ভাগে বিভক্ত ও বিভিন্ন গভীরতাসম্পন্ন ছায়ারূপ নিক্ষেপে নিয়োজিত করে।

যদি আলোর চেয়ে ক্ষুদ্রতর কোন অনচ্ছ বস্তু দুটি ছায়া নিক্ষেপ করে, এবং তার মধ্যে একটি যদি একই মাপের হয় বা বৃহত্তর হয়, তাহলে কোন পিরামিডাকৃতি বস্তু, যার একাংশ ক্ষুদ্রতর, একাংশ সমান এবং একাংশ উজ্জ্বল বস্তুর চেয়ে বৃহত্তর, তা দু'ভাগে বিভক্ত ছায়া নিক্ষেপ করে।

৪

অদৃশ্যায়নের পরিপ্রেক্ষিত

২২২

অনচ্ছ বস্তুর রূপরেখা বা পরিলেখর স্পষ্টতা হ্রাস প্রসঙ্গে

সংজ্ঞা যদি অনচ্ছ বস্তুর প্রকৃত রূপরেখা বা পরিলেখ নিতান্ত অল্প দূরত্বেই অস্পষ্ট লাগে বা পৃথক করা না-যায়, তাহলে দীর্ঘ দূরত্বে যে তা আরওই অস্পষ্ট বলে মনে হবে এ কথা বলাই বাহুল্য। এবং যেহেতু কোন অনচ্ছ বস্তুর প্রকৃত রূপাকার আমরা জানতে পারি তার রূপরেখা বা পরিলেখর সাহায্যে, তাই যখন দূরত্বের কারণে আমরা সামগ্রিকভাবে তাকে চিহ্নিত করতে পারি না, তখন তার বিভিন্ন অংশ এবং পরিলেখ নির্ণয়েও যে আমরা অসমর্থ হব, তা পরিষ্কার।

২২৩

পরিপ্রেক্ষিতের নিয়মে অনচ্ছ বস্তুর ক্রমহ্রাস

একই মাপ ও আকারের অনচ্ছ বস্তুর আপাত আকারহ্রাস দর্শকের চোখের থেকে তার দূরত্বের ব্যস্তানুপাতিক। দূরত্ব যেখানে বেশি, বস্তু সেখানে ক্ষুদ্রাকার বলে মনে হবে আর দূরত্ব কম হলে বস্তুকে মনে হবে বড়। রৈখিক পরিপ্রেক্ষিতের এ হলো একেবারে ভিত্তিমূলক নীতি এবং এই নীতি অনুসারেই বলা যায় যে বস্তু যত দূরে যাবে, ততই প্রথমে তার সেই অংশগুলি মুছে যাবে, যেগুলি ক্ষুদ্রতর। অর্থাৎ কোন ঘোড়ার ক্ষেত্রে তার মাথার আগে পা-চারটি অদৃশ্য হয়ে যাবে, যেহেতু মাথার চেয়ে তার পাগুলি কৃশতর, এবং একই নিয়মে তার শরীরের চেয়ে গলার অংশ অদৃশ্য হবে আগে । এই নিয়মেই শেষ পর্যন্ত চোখের পক্ষে নির্ণয়সাধ্য শেষতম দৃশ্য হিশেবে তার শরীরকে মনে হবে ডিম্বাকার বা বেলনাকার কোন বস্তুর মতো, এবং সেক্ষেত্রেও দৈর্ঘ্যের চেয়ে তার শরীরের স্থূলতা হারাবে আগে, উপরিলিখিত দ্বিতীয় নীতিসূত্র অনুযায়ী।

চোখ যদি স্থির থাকে, তাহলে দূরে কোন এক বিন্দুতে পরিপ্রেক্ষিতের অবসান হবে, কিন্তু চোখ যদি অনুভূমিক সরলরেখায় চলে তাহলে পরিপ্রেক্ষিতও ঐ রেখার রূপে অবসিত হবে, যেহেতু আমাদের দৃষ্টি এবং বিন্দুর গতিসম্মিলনে এই রেখার সৃষ্টি হয়। সুতরাং বলা যায়, আমাদের দৃষ্টি (চোখ) চলা শুরু করলে বিন্দুও চলে, আর বিন্দু চলতে শুরু করলে রেখার সৃষ্টি হয়, ইত্যাদি।

২২৪

পরীক্ষার সাহায্যে দৃষ্টান্ত

প্রতিটি দৃশ্যমান বস্তুর, যতদূর পর্যন্ত তা দৃষ্টির অনুভূতিতে ধরা পড়ে, মূলত তিনটি বৈশিষ্ট্য রয়েছে : আয়তন, গঠনাকৃতি এবং বর্ণ। এর মধ্যে আয়তন গঠন বা বর্ণের চেয়ে বস্তুর প্রকৃত অবস্থিতির জায়গা থেকে অনেক দূর পর্যন্ত চোখে পড়ে। আবার, গঠনাকৃতির চেয়ে বর্ণ অনেক দূর থেকে নির্ণয়সাধ্য। কিন্তু এ কথা আলোঁকোজ্জ্বল বস্তুর ক্ষেত্রে খাটে না।

উপরিউক্ত প্রতিপাদ্য পরীক্ষা দ্বারা খুব সহজেই দেখানো যায় ও প্রমাণ করা যায়; কেননা, তুমি যদি কাছের কোন লোককে দেখ, তাহলে তার আয়তন, গঠনাকার, এমনকী বর্ণেরও যথার্থ প্রতিভাস নির্ণয় করতে পারবে; যদি সে একটু দূরে চলে যায় তাহলে তুমি হয়তো সে কে তা চিনতে পারবে না, যেহেতু সেক্ষেত্রে তার চেহারার অনুপুঙ্খ লুপ্ত হবে। সে যদি আরও দূরে সরে যায়, তুমি আর তার রঙ আলাদা করতে পারবে না, গাঢ় রঙের কোন বস্তুর মতোই মনে হবে তাকে, আরও দূরে গেলে তাকে মনে হবে যেন গাঢ় রঙের ছোট্ট গোলাকার একটি বস্তু। অনেক দূরে তাকে শুধু গোলাকার কোন বস্তুর মতোই মনে হবে কেননা দূরত্ব তার বিভিন্ন অনুপুঙ্খ এতটাই হ্রাস করবে যে সেক্ষেত্রে আয়তন ছাড়া আর কিছুই চোখে পড়বে না। তার কারণ হলো, আমরা ভালো করেই জানি যে যাবতীয় বস্তুর প্রতিচ্ছবিই আমাদের চোখে এসে পৌঁছয় ছোট্ট একটি ছিদ্রপথে। এখন সমগ্র দিগন্ত যদি এই ছোট্ট ছিদ্রের ভিতর দিয়ে প্রবেশ করতে পারে, তাহলে কোন বস্তু এই সমগ্র দিগন্তের সামান্য ভগ্নাংশ মাত্র হওয়ার ফলে এই বৃহৎ গোলার্ধের কতটুকু আর ঐ সূক্ষ্ম প্রতিচ্ছবি দিয়ে পূর্ণ করতে পারে? এবং যেহেতু অন্য যে-কোন বস্তুর চেয়ে অন্ধকারে আলোকদীপ্ত কোন বস্তুর ক্ষমতা অনেক বেশি, সেহেতু এ কথা পরিষ্কার যে যে-কোন বর্ণময় গহ্বরের মতোই চোখের অভ্যন্তর কক্ষও গাঢ় অন্ধকার হওয়ার কারণে দূরস্থিত বস্তুপুঞ্জের প্রতিচ্ছবি আকাশের বিপুল আলোয় অস্পষ্ট হয়ে ক্রমে হারিয়ে যাবে। আর যদি তা দেখাও যায়, তাহলেও মনে হবে গাঢ় আর কালো, আবহমণ্ডলের বিকীর্ণ আলোয় প্রতিটি ক্ষুদ্রবস্তুকে যেমন লাগে।

২২৫

চোখ এবং দৃশ্যমান বস্তুর মধ্যস্থিত আবহমণ্ডল প্রসঙ্গে

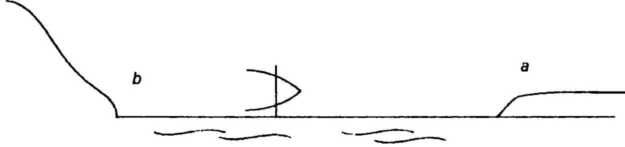
নির্দেশক নীতি

একই দূরত্বে কোন বস্তুকে মোটামুটি স্পষ্ট বলে প্রতিভাত হয়, যদি বস্তু এবং চোখের মধ্যস্থিত আবহমণ্ডল সেই অনুপাতে মোটামুটি পরিষ্কার থাকে। সুতরাং, যেহেতু আমি জানি যে চোখ

এবং বস্তুর মধ্যস্থিত বায়ুর পরিমাণ বেশি বা কম হলে বস্তুর রূপরেখা বা পরিলেখও আনুপাতিক হারে বেশি বা কম অস্পষ্ট হয়, তুমিও দর্শকের চোখ থেকে বস্তুর দূরত্ব যত বাড়বে তার পরিলেখর স্পষ্টতা তত কমিয়ে দিও।

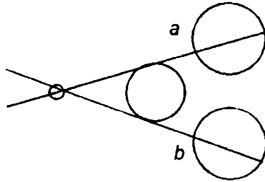
২২৬

একটি পরীক্ষা যখন একদা আমি সমুদ্রতীর এবং পর্বত থেকে-সমান দূরত্বে সমুদ্রের উপর কোন এক জায়গা থেকে চারদিকে দেখছিলাম, তখন তীরের দূরত্ব পর্বতের থেকে অনেক বেশি বলে মনে হচ্ছিল।

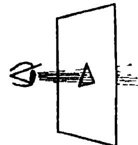


২২৭

নৈকট্যজনিত অস্পষ্টতা প্রসঙ্গে তুমি যদি কোন অনচ্ছ বস্তুকে তোমার চোখের সামনে চার আঙুল দূরত্বে রাখো, এবং তোমার দু'চোখের মধ্যবর্তী দূরত্বের চেয়ে তা ছোট হয়, তাহলে ঐ বস্তু তার চেয়ে দূরের কোন জিনিশকে দেখতে তোমায় বাধা দেবে না। অপেক্ষাকৃত দূরে অবস্থিত কোন বস্তুকে নিকটস্থ কোন বস্তু কখনওই সম্পূর্ণ ঢেকে ফেলতে পারে না যদি তা এক চোখ থেকে আর-এক চোখের যে-দূরত্ব তার চেয়ে ক্ষুদ্রতর হয়।



২২৮



খুব নিকটবর্তী কোন আলোকদীপ্ত কোণকে চোখ গ্রহণ করতে পারে না।

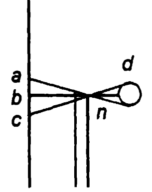
২২৯

কোন তলের সেই অংশ অনেক ভালোভাবে আলোকিত হয় যার উপর আলো পড়ে বৃহত্তর বা স্থূলতর কোণে এবং সেই অংশ, যার উপর ছায়া পড়ে বৃহত্তম বা স্থূলতম কোণে, তা সেই সমস্ত রশ্মি থেকে ন্যূনতম আলো পায়।

২৩০

চক্ষু প্রসঙ্গে

অক্ষিতারকার ঠিক সামনে অবস্থিত কোন বস্তুর পার্শ্বদেশ বা কিনারের অংশ চোখের যত কাছে যায় ততই অস্পষ্ট হয়ে পড়ে। এ ঘটনা দেখানো যায় এভাবে: ধরা যাক n-বস্তুর কিনার চোখের তারা d-এর সামনে রাখা হলো। এখন এই কিনারের অংশ দেখতে গিয়ে চোখ ঐ বস্তুর কিনারা পেরিয়ে ac-চিহ্নিত গোটা জায়গাটাই দেখতে পায় এবং ঐ জায়গা থেকে প্রাপ্ত প্রতিচ্ছবির সঙ্গে কিনারের প্রতিচ্ছবি তখন মিলেমিশে যায়, ফলে একটি প্রতিচ্ছবির সঙ্গে আর-একটি জড়িয়ে একধরনের বিভ্রান্তির সৃষ্টি হয় এবং ঐ বিভ্রান্তি পৃথকরূপে বস্তুর কিনারকে বিবেচনা করতে চোখকে বাধা দেয়।



২৩১

বস্তুরাশির রূপরেখা বা পরিলেখ যখন চোখের সবচেয়ে কাছে তখন সবচেয়ে অস্পষ্ট, ফলে বলা যায় দূরবর্তী পরিলেখ তুলনায় স্পষ্ট ও পরিষ্কার। অক্ষিতারকার চেয়ে ক্ষুদ্রতর বস্তুরাশির মধ্যে যেগুলি চোখের বেশি কাছে থাকে, সেগুলি তুলনায় কম স্পষ্ট।

২৩২

দূরত্বজনিত অস্পষ্টতা প্রসঙ্গে

দূরের চেয়ে চোখের নিকটস্থ বস্তুসমূহ বৃহত্তর বলে মনে হয়।
দু'চোখ দিয়ে দেখা বস্তু একটি মাত্র চোখ দিয়ে দেখা বস্তুর চেয়ে গোলাকার বলে মনে হয়।
আলো-ছায়ার মধ্যে দেখা বস্তু অনেক বেশি উচ্চাবচতা প্রকাশ করে।

২৩৩

চিত্রকলা প্রসঙ্গে

কোন বস্তুর মাপ বা আকার যেমন দূরত্বের কারণে হ্রাসপ্রাপ্ত হয় ঠিক তেমনই কোন বস্তু সম্পর্কে আমাদের প্রকৃত উপলব্ধিও ক্রমে হ্রাস পায়।

২৩৪

পরিপ্রেক্ষিত

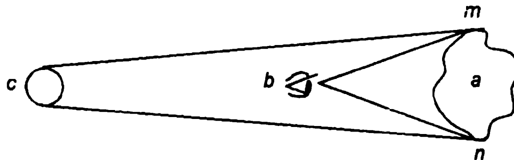
দূর থেকে দেখলে কোন বস্তুকে সাধারণ দৃষ্টিতে বড় বলে মনে হয়, কিন্তু কোন উল্লম্ব সমতলে তার প্রতিচ্ছবিকে কেন মনে হয় ছোট।

আমি জিজ্ঞাসা করছি অনুজ্জ্বল বা দীপ্তিহীন কোন বস্তুকে, উদাহরণস্বরূপ কোন পর্বতকে কত দূর থেকে চোখ আলাদা করে বিচার করতে পারে। যদি সূর্য থাকে তার পিছনে, তাহলে পরিষ্কারই দেখতে পাওয়া যাবে, এবং আকাশে সূর্যের অবস্থান অনুযায়ী তা কম বা বেশি দূর বলে মনে হবে।

২৩৫

অদৃশ্যায়নের পরিপ্রেক্ষিতে আলো-ছায়ার গুরুত্ব

যে-রেখায় আলো পড়ছে ঠিক সেই রেখাবরাবর দেখলে কোন অনচ্ছ বস্তু চোখের কাছে আদৌ উজ্জ্বল হয়ে উঠবে না। উদাহরণস্বরূপ ধরা যাক a হলো কঠিন ঘনবস্তু এবং c হলো আলো; cm এবং cn হলো আলোর আপতন রেখা, অর্থাৎ a-বস্তুতে যে-রেখাপথে আলো সঞ্চারিত হচ্ছে। চোখ রয়েছে b-বিন্দুতে, আমি বলছি যে যেহেতু c-আলো সমগ্র mn-অংশে পড়ছে,



সেহেতু ঐ অংশের উচ্চাবচতা সমস্তই তাতে দৃশ্যমান হয়ে উঠবে। চোখ যদি এখন c-বিন্দুতে রাখা যায়, তাহলে তা আলো-ছায়ার কিছুই দেখতে পাবে না, আর দেখতে না-পাওয়ার ফলে

গোটা জায়গাটিই মনে হবে একইরকম ছায়াযুক্ত, সেহেতু গোলাকার অংশ বা সম্মুখস্থ অংশের উচ্চাবচতা কিছুই তাতে দৃশ্যমান হবে না।

২৩৬

চিত্রকলা প্রসঙ্গে

তোমার কাজে (ছবিতে) তুমি যখন এমন কোন ছায়ার অবতারণা করবে বা ছায়ারূপ সৃষ্টি করবে যা তোমাকেই বেশ কষ্ট করে উপলব্ধি করতে হচ্ছে এবং যার প্রান্ত বা কিনারার অংশ তুমি নিজেই ভালোভাবে আলাদা করতে পারছ না, ফলে সংশয়ে ভর দিয়েই তোমাকে বুঝতে হচ্ছে তার স্বরূপ, তখন তোমার কাজেও তাকে খুব নিশ্চিত বা নির্দিষ্ট কোর না, নচেৎ সেখানে একধরনের কেঠো ভাব আসতে বাধ্য।

২৩৭

চিত্রকর্ম প্রসঙ্গে

রেখাচিত্রে দেখবে বিভিন্ন ছায়ার মধ্যে এমন কিছু ছায়া আছে যা মাত্রা বা গঠনের দিক থেকে আলাদা করা অসম্ভব, এ ঘটনা ঘটে তৃতীয় প্রতিপাদ্যমাফিক, যেখানে বলা হয়েছে যে কোন গোলাকার তলে তার চারপাশের বস্তুরাশি থেকে যত বিচিত্র ঔজ্জ্বল্য ও অন্ধকারের গাঢ়তা প্রতিফলিত হয়, ততই তা বিভিন্ন মাত্রার আলো ও ছায়া প্রদর্শন করে।

২৩৮

আলো-ছায়া প্রসঙ্গে

যে-তুমি আঁকো প্রকৃতি থেকে, সযত্নে প্রতিটি পেশীতে লক্ষ কোর আলো-ছায়ার বিস্তার, তার মাত্রা, তার রূপ, এবং দৈর্ঘ্যের দিক থেকে তাদের অবস্থানে দেখো কোন্ পেশীর অভিমুখে কেন্দ্রীয় রেখার অক্ষ চালিত হচ্ছে।

২৩৯

কোন বস্তু যা এতটাই উজ্জ্বলভাবে আলোকিত যে প্রায় আলোর মতোই উজ্জ্বল, তা সাধারণত

অনেক দূর থেকে দেখা যায়, এবং দূরের কোন বস্তুর ক্ষেত্রে যতটা স্বাভাবিক তার চেয়ে তাকে আপাতভাবে ঢের বড় বলে মনে হয়।

২৪০

বস্তুর আপাত মাপের উপর আলোকিত বা অন্ধকার প্রেক্ষাপটের প্রভাব

কোন ছায়ার চারিপাশে আলোর উজ্জ্বলতা যত বেশি হবে, সেই অনুপাতে তা তত গাঢ় বলে প্রতিভাত হবে। আবার, বিপরীতভাবে কোন গাঢ়তর প্রেক্ষাপটে দেখা হলে তা দৃষ্টি আকর্ষণ করবে তুলনায় অনেক কম।

২৪১

সাধারণ পরিপ্রেক্ষিত প্রসঙ্গে

আগোগোড়া একই বর্ণবিশিষ্ট এবং সমান প্রস্থযুক্ত কোন বস্তুকে যদি বিভিন্ন রঙের প্রেক্ষাপটে দেখা হয়, তাহলে প্রস্থের দিক থেকে তাকে অসমান বলে মনে হবে।

আর আগাগোড়া সমান প্রস্থযুক্ত কিন্তু বিভিন্ন রঙে রঙিন কোন বস্তুকে একরঙা প্রেক্ষাপটে দেখা হলে বস্তুটিকে মনে হয় বিভিন্ন মাপের প্রস্থযুক্ত। এবং প্রেক্ষাপটের রঙ বা বস্তুর রঙ যত পালটাবে বা বিভিন্ন হবে, বস্তুর প্রস্থ আগাগোড়া এক বা সমান থাকলেও তার প্রস্থের আপাত রকমফের বা বিভিন্নতা তত বাড়বে।

২৪২

কোন গাঢ় অন্ধকার বস্তুকে উজ্জ্বল প্রেক্ষাপটে দেখলে তা তার প্রকৃত মাপের তুলনায় ক্ষুদ্রাকার বলে মনে হয়।

কোন উজ্জ্বল বস্তুকে অন্ধকার গাঢ়তর প্রেক্ষাপটে দেখলে প্রকৃত মাপের চেয়ে তা বৃহদাকার বলে প্রতিভাত হয়।

২৪৩

আলো প্রসঙ্গে

কোন আলোকদীপ্ত বস্তু যখন ঘন আবহমণ্ডলের প্রভাবে অস্পষ্ট, ঝাপসা হয়ে যায় তখন তাকে তুলনায় ক্ষুদ্রাকার বলে মনে হয়; কুয়াশাচ্ছন্ন চাঁদ বা সূর্য এর প্রকৃষ্ট উদাহরণ।

একই মাপের ও উজ্জ্বলতার এবং সমদূরত্বসম্পন্ন বিভিন্ন আলোকোজ্জ্বল বস্তুর মধ্যে যেটি গাঢ়তম প্রেক্ষাপট দ্বারা পরিবেষ্টিত তাকে বৃহত্তম বলে মনে হয়।

আমি দেখেছি যে কোন আলোকদীপ্ত বস্তুকে ঘন কুয়াশাচ্ছন্নতার মধ্যে দিয়ে যখন দেখা হয় তখন চোখ থেকে তার দূরত্বের অনুপাতে তা হ্রাসপ্রাপ্ত হয়। দিনের বেলায় যেমন সূর্যের ক্ষেত্রে, তেমনি রাত্রে চাঁদ এবং অন্যান্য চিরন্তন আলোকবস্তুর ক্ষেত্রেও এ কথা সত্য। আর আবহাওয়া যখন পরিষ্কার, তখন এই সমস্ত আলোকদীপ্ত বস্তু চোখের থেকে দূরত্বের অনুপাতে বৃহত্তর বলে মনে হয়।

২৪৪

আগাগোড়া সমান প্রস্থযুক্ত কোন বস্তুর যে-অংশটুকু অপেক্ষাকৃত অধিক আলোকিত প্রেক্ষাপটে দেখা হয় সেই অংশটি অন্যান্য অংশের চেয়ে কৃশতর বলে মনে হয়। আগাগোড়া সমপ্রস্থযুক্ত ও একইরকম ঔজ্জ্বল্যবিশিষ্ট কোন আলোকদীপ্ত বস্তুর সেই অংশটিকে দেখে মনে হবে বৃহত্তম বা প্রশস্ততম, যে-অংশটিকে দেখা হবে গাঢ়তম প্রেক্ষাপটে, বস্তুত সেই অংশটিকে দেখে মনে হবে যেন সেখানে আগুন জ্বলছে।

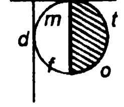
২৪৫



আলোছায়াময় বস্তুরাশির রূপরেখা বা পরিলেখ কেন তাদের প্রেক্ষাপটে স্থিত বস্তুরাশির বর্ণ বা ঔজ্জ্বল্যসাপেক্ষে পরিবর্তিত হয়

তুমি যদি এমন কোন বস্তুর দিকে তাকাও যার আলোকিত অংশ অন্ধকার পটভূমিতে স্থিত ও তার মধ্যেই সীমায়িত, তাহলে আলোর সেই অংশটি সবচেয়ে উজ্জ্বল বলে প্রতিভাত হবে যা অন্ধকার পটভূমি d-তে রয়েছে। কিন্তু যদি এই উজ্জ্বলতর অংশ কোন আলোকিত পটভূমির

সামনে থাকে, তাহলে ঐ বস্তুর প্রান্ত বা কিনার, যা নিজেই আলোকসম, আগের চেয়ে অনেক কম স্পষ্ট বলে মনে হবে এবং এক্ষেত্রে সর্বোচ্চ আলো দেখা যাবে পটভূমির সীমা mf এবং ছায়ার অন্তর্বর্তী স্থানে। একই জিনিশ দেখা যাবে অন্ধকার দিকটির ক্ষেত্রেও, যেহেতু ঐ বস্তুর ছায়াচ্ছন্ন অংশের প্রান্ত l, আলোকিত পটভূমির সামনে রয়েছে, ফলে তা অন্যান্য অংশের চেয়ে গাঢ়তর বলে মনে হবে। কিন্তু যদি ঐ ছায়া কোন অন্ধকার পটভূমির সামনে থাকে তাহলে ঐ ছায়াচ্ছন্ন অংশের প্রান্ত আগের চেয়ে বেশি আলোকিত মনে হবে, এবং তখন গাঢ়তম ছায়া দেখা যাবে o-বিন্দুতে, তার প্রান্ত এবং আলোর মধ্যবর্তী অংশে।



২৪৬

কোন অনচ্ছ বস্তুকে অনেক ক্ষুদ্রাকার মনে হয় যখন তা খুব উজ্জ্বল, আলোকপ্রভ পটভূমির দ্বারা পরিবেষ্টিত হয়ে থাকে, এবং কোন আলোকবস্তু অনেক বৃহদাকার মনে হয় যখন তাকে গাঢ়তর পটভূমির সামনে রেখে দেখা যায়। এ ঘটনা প্রত্যক্ষ করা যায় রাত্রিবেলা বিরাট-বিরাট সৌধ বা অট্টালিকার ক্ষেত্রে, হঠাৎ পিছনের আকাশে বিদ্যুৎ চমকালে ঐ আলোয় মনে হয় বাড়িগুলির উচ্চতা যেন কমে গেছে। এই একই কারণে আবহাওয়া পরিষ্কার ও আলোকোদ্ভাসিত থাকার বদলে যদি তা কুয়াশাচ্ছন্ন হয়ে পড়ে, হঠাৎই মনে হয় বাড়িগুলির উচ্চতা যেন বেড়ে গেছে।

২৪৭

ছায়ার মধ্যে আলো প্রসঙ্গে

যখন তুমি কোন বস্তুর রেখাচিত্র আঁকছ, মনে রেখো যে তার আলোকিত অংশে আলোর মাত্রা বিচার করতে গিয়ে চোখ প্রায়শই আসলে তা যতটা আলোকিত তার চেয়ে বেশি আলোকিত মনে করে প্রতারিত হয়। সংশ্লিষ্ট অংশগুলির সঙ্গে সেই অংশের তুলনা করার সময়েই এই ভুলের সূত্রপাত হয়। দুটি ভিন্ন অংশ এক্ষেত্রে যেহেতু ভিন্ন মাত্রার আলোর মধ্যে রয়েছে এবং তার অপেক্ষাকৃত অনুজ্জ্বল অংশ ও অন্ধকার অংশ এবং উজ্জ্বলতর অংশ ও আকাশ বা ঐ জাতীয় কোন আলোকিত পটভূমি যখন একই সীমানাবিশিষ্ট, তখন যে-অংশ অপেক্ষাকৃত কম আলোকিত বা আমি বলব কম আলোকপ্রভ, তাকে উজ্জ্বলতর এবং উজ্জ্বলতর অংশকে গাঢ়তর বলে মনে হয়।

২৪৮

সমান অন্ধকার গাঢ়তাবিশিষ্ট এবং পরস্পরের থেকে যথেষ্ট কিন্তু সমদূরত্ববিশিষ্ট বস্তুসমূহের মধ্যে যেটি পৃথিবীর উপরে দূরতম অবস্থানে রয়েছে, তাকে গাঢ়তম বলে মনে হবে।

২৪৯

দূরস্থিত আলোকদীপ্ত বস্তুকে তার প্রকৃত আকারের চেয়ে বৃহদাকার মনে হয় কী করে, সে সম্পর্কিত প্রমাণ

একের অর্ধেক ব্র্যাচিও দূরত্বে তুমি যদি পাশাপাশি দুটি জ্বলন্ত মোমবাতি রাখো, এবং তারপর সেখান থেকে ২০০ ব্র্যাচিও দূরত্ব গিয়ে সেদিকে তাকাও তাহলে দেখবে যে দূর থেকে তাদের এক ব্র্যাচিও চওড়া এবং দুটি আলোকশিখার ঔজ্জ্বল্যসমেত একটি মাত্র আলোকবস্তু বলে মনে হচ্ছে।

আলোকদীপ্ত বস্তুকে তার প্রকৃত মাপে দেখতে পাবে কীভাবে – তার প্রমাণ

এই সমস্ত আলোকদীপ্ত বস্তুর প্রকৃত মাপ ও আকার যদি দেখতে চাও তুমি, তাহলে খুব পাতলা কিন্তু শক্ত একটি কাগজের খণ্ড নাও, তাতে ছুঁচের ছিদ্রের মতো একটি ছোট্ট ছিদ্র করে তা চোখের যতদূর সম্ভব কাছে নিয়ে এসো, যাতে যখন তুমি ঐ ছিদ্রের মধ্যে দিয়ে উপরিউক্ত আলোর দিকে দেখবে, তখন যেন তার চারিপাশে বায়ুমণ্ডলের অনেকটা অংশও একইসঙ্গে দেখতে পাও। এবার ঐ কাগজের খণ্ডটিকে চোখের সামনে ধরে দ্রুত কয়েকবার দূরে নিয়ে যাও ও কাছে নিয়ে এসো, দেখবে যে আলো ক্রমান্বয়ে বাড়ছে এবং কমছে।

২৫০

অদৃশ্যায়নের পরিপ্রেক্ষিত সম্পর্কিত প্রতিপাদ্য

একই মাপ ও আকারের এবং চোখের থেকে সমদূরত্ববিশিষ্ট বস্তুসমূহের মধ্যে সেগুলিকেই ক্ষুদ্রতম মনে হবে, যেগুলি সবচেয়ে বেশি আলোকিত পটভূমির সামনে রয়েছে।

প্রতিটি দৃশ্যমান বস্তুই অবধারিতভাবে আলো-ছায়ায় পরিবেষ্টিত থাকে। আলো-ছায়াবেষ্টিত কোন নিখুঁত গোলাকার বস্তুর এক দিক অন্য দিকের তুলনায় যতটা তীব্রভাবে আলোকিত, ঠিক সেই অনুপাতে তার এক দিক অন্য দিকের চেয়ে বড় বলে মনে হবে।

২৫১

পরিপ্রেক্ষিত

পশ্চাৎপটের পার্থক্য ছাড়া কোন দৃশ্যমান বস্তুকে মানুষের চোখ ভালো করে বুঝতে বা উপলব্ধি করতে পারে না, বস্তুর প্রান্তদেশ বা পার্শ্বরেখা তার সম্মুখস্থ ভূমিতেই শেষ হয় এবং তার দ্বারাই আবদ্ধ থাকে। কোন বস্তুই তার প্রান্তদেশের পরিলেখর দিক থেকে দেখলে পশ্চাৎপট-নিরপেক্ষভাবে থাকতে পারে না। চাঁদ, যদিও সূর্যের থেকে বহু দূরে রয়েছে, কিন্তু গ্রহণের সময় যখন তা আমাদের চোখ এবং সূর্যের মধ্যে এসে উপস্থিত হয়, তখন মানুষের চোখে তা সূর্যের নিকটবর্তী এবং সংলগ্ন বলেই প্রতিভাত হয়, কেননা সূর্য তখন চাঁদের পশ্চাৎপট।

২৫২

গাঢ়তর ছায়ার দ্বারা পরিবেষ্টিত কোন আলোকদীপ্ত বস্তুকে তুলনায় অনেক উজ্জ্বল বলে মনে হয়।

২৫৩

কোন বস্তু বা অবয়বের সরল পার্শ্বরেখাও মনে হয় ভাঙা, যখন তা স্থানে-স্থানে আলোকরশ্মি-বিভাজিত কোন অন্ধকার ঘেরায়তনের সঙ্গে একই সীমানাচিহ্নিত।

২৫৪

একই রকম বৃহদাকৃতিসম্পন্ন এবং সমদূরত্ববিশিষ্ট বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে যেটি সবচেয়ে উজ্জ্বলভাবে আলোকিত তাকেই দেখে মনে হয় সবচেয়ে নিকটবর্তী এবং বৃহত্তম।

২৫৫

বিভিন্ন আলোকদীপ্ত বস্তুকে যদি অনেক দূর থেকে দেখা যায়, তাহলে প্রকৃতপক্ষে তারা আলাদা হওয়া সত্ত্বেও দেখে মনে হবে বুঝি একক অবয়বেই তারা ঐক্যগ্রথিত।

২৫৬

পরস্পরের যথেষ্ট নিকটবর্তী বিভিন্ন ছায়াচ্ছন্ন বস্তুকে যদি কোন উজ্জ্বল পশ্চাৎপটের সামনে রেখে দেখা যায় তাহলে মনে হবে যেন তারা পরস্পরের থেকে যথেষ্ট দূরে ও বিচ্ছিন্নভাবে অবস্থিত।

২৫৭

একই মাপ ও আকারের এবং একই বর্ণাভাযুক্ত বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে যেটি দূরতম, তাকেই দেখে মনে হয় বুঝি সবচেয়ে হালকা বর্ণাভাযুক্ত এবং ক্ষুদ্রতম।

২৫৮

একই মাপের এবং পশ্চাৎভূমিগত ঔজ্জ্বল্য ও দৈর্ঘ্যের দিক থেকেও সমান বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে যার উপরিতল মসৃণতম, তাকেই দেখে মনে হয় বৃহত্তম। সর্বত্র সমান প্রস্থবিশিষ্ট একটি লৌহদণ্ড, যার অর্ধেকটা আগুন-লাল এর চমৎকার উদাহরণ। এক্ষেত্রে বাদবাকি অংশের চেয়ে ঐ আগুনলাল অংশকে বেশি প্রশস্ত বলে মনে হয়।

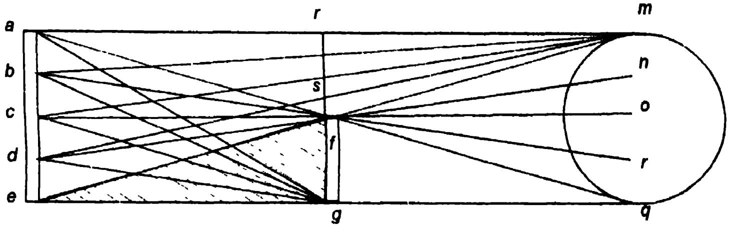
২৫৯

একই মাপের ও গঠনাকৃতির, একই দৈর্ঘ্যের ও ছায়াচ্ছন্নতার বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে যেটি সবচেয়ে উজ্জ্বল পশ্চাৎপট দ্বারা পরিবেষ্টিত, তাকেই মনে হয় ক্ষুদ্রতম।

২৬০

কোন দেওয়ালের তলে আলো বা ছায়া যত বৃহত্তর বা স্থূলতর কোণে পড়ে, সেই অনুপাতে তার বিভিন্ন অংশ উজ্জ্বলতর বা গাঢ়তর লাগে

উপরিউক্ত প্রতিপাদ্য পরিষ্কার প্রমাণ করা যায় এইভাবে -- মনে করা যাক যে mq হচ্ছে আলোকপ্রভ বস্তু, তাহলে fg হচ্ছে অনচ্ছ বস্তু আর ae হলো উপরে উল্লিখিত সেই দেওয়াল যার উপর আলো-ছায়া নির্দিষ্ট কোণে আপতিত হচ্ছে, তার থেকে তাদের ভিত্তিভূমির প্রকৃতি



ও চরিত্র পরিষ্কার। এখন b-এর চেয়ে a অনেক বেশি উজ্জ্বল; a-কোণের ভিত্তিও b-এর চেয়ে বৃহত্তর, ফলে amq-তে তা যে-কোণ তৈরি করছে, তা-ও বৃহত্তর; এবং bpm-পিরামিড হয়ে যাচ্ছে সংকীর্ণতর, এবং moc আরও সূক্ষ্মতর। বস্তুত যত তারা e-এর নিকটবর্তী হচ্ছে, সেই অনুপাতে পিরামিডগুলি হয়ে উঠছে সংকীর্ণতর ও গাঢ়তর। আর যেখানে ছায়া-পিরামিডের প্রস্থ আলোক-পিরামিডের চেয়ে বৃহত্তর, দেওয়ালের সেই অংশ হয়ে উঠছে গাঢ়তম।

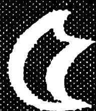
a-বিন্দুতে আলো-পিরামিড তীব্রতা ও শক্তির দিক থেকে ছায়া-পিরামিডের সমান, কেননা এখানে fg-ভিত্তি rf-এর ভিত্তিরেখার সমান। d-বিন্দুতে আলো-পিরামিড ছায়া-পিরামিডের চেয়ে সেই অনুপাতে সংকীর্ণতর, sf-ভিত্তি fg-ভিত্তিরেখার চেয়ে সেখানে যতটা ছোট। উপরিউক্ত প্রতিপাদ্যকে দুটি ছবিতে পৃথক করো, একটিতে থাকুক আলো-পিরামিড ও ছায়া-পিরামিড দুই-ই, একটি শুধু আলো-পিরামিডের ছবিই চিত্রিত করুক।

২৬১

একই গভীরতার বিভিন্ন ছায়ার মধ্যে যেগুলি চোখের নিকটতম, তাদেরই সবচেয়ে স্বল্প গভীরতাসম্পন্ন বলে মনে হয়।

২৬২

কোন আলোকপ্রভ বস্তু যত উজ্জ্বল আলো দেয়, তদ্দ্বারা আলোকিত কোন বস্তুর নিক্ষিপ্ত ছায়া তত গাঢ় হয়।



বর্ণতত্ত্ব

২৬৩

চিত্রকর্ম প্রসঙ্গে

পরস্পরের বিপরীতস্থ বস্তুর উপর বর্ণের পারস্পরিক প্রভাব ও প্রতিক্রিয়া

আলোকিত বস্তুর বর্ণ আলোকবস্তু দ্বারা প্রভাবান্বিত হয়।

২৬৪

ছায়া প্রসঙ্গ

যে-কোন অনচ্ছ বস্তুর উপরিতল তার চারিপাশের বস্তুসমূহের বর্ণে উদ্ভাসিত।

২৬৫

ছায়া সবসময়েই যে-তলের উপর তা নিক্ষিপ্ত হচ্ছে, তার বর্ণে বর্ণময়।

২৬৬

দর্পণে উৎপন্ন কোন প্রতিচ্ছবি দপর্ণের রঙে প্রভাবিত হয়।

২৬৭

আলো-ছায়া প্রসঙ্গে

কোন বস্তুর উপরিতলের প্রত্যেক অংশ তার বিপরীতে অবস্থিত বস্তুসমূহের (প্রতিফলিত) বর্ণে বৈচিত্র্যময়।

দৃষ্টান্ত

যদি তুমি কোন গোলাকার বস্তুকে অন্যান্য আরও কিছু বস্তুর মধ্যে রাখো, যার একদিকে সরাসরি সূর্যের আলো পড়ছে আর অন্যদিকে রয়েছে সূর্যের আলোয় উদ্ভাসিত সবুজ বা অন্য কোন রঙের একটি দেওয়াল, এবং যে-তলের উপর বস্তুটি রাখা হয়েছে তার রঙ হয়তো লাল আর তার দু'পাশ রয়েছে ছায়ায়, তাহলে তুমি দেখবে যে ঐ বস্তুর স্বাভাবিক রঙ অনেকটা যেন চারিপাশের বস্তু থেকে প্রতিফলিত বর্ণেই সমুজ্জ্বল। এর মধ্যে তীব্রতম হবে অবশ্যই আলোকদীপ্ত সূর্য, তীব্রতায় দ্বিতীয় বর্ণটি আসবে আলোকোদ্ভাসিত দেওয়াল থেকে, তৃতীয়ত দেখা দেবে

ছায়ার রঙ। এর পরেও একটি অংশ থেকে যাবে যা প্রান্তদেশের রঙ থেকে কিঞ্চিৎ আভা গ্রহণ করবে।

২৬৮

প্রত্যেক অনচ্ছ বস্তুর উপরিতল তার চতুষ্পার্শ্বস্থ বস্তুনিচয়ের রঙের দ্বারা সংক্রমিত হয়। কিন্তু এই সংক্রমণের প্রভাব ঐ সমস্ত বস্তু কতটা কাছে বা দূরে আছে এবং তা কতটা গাঢ় বা হাল্কা রঙে রঙিন, তার অনুপাতসাপেক্ষে তীব্র অথবা নিষ্প্রভ হয়।

২৬৯

চিত্র প্রসঙ্গে

প্রত্যেক অনচ্ছ বস্তু তার চারপাশের বস্তুরাশি থেকে প্রতিফলিত বর্ণ পরিগ্রহ করে। অনচ্ছ বস্তুটির উপরিতলে পারিপার্শ্বিক বস্তুরাশির প্রতিচ্ছবি গঠন করেছে যে-সমস্ত রশ্মি, তারা যত অনুরূপ কোণে আঘাত করে, ঐ বস্তু আনুপাতিক হিশেবে তত তীব্রভাবে পারিপার্শ্বিক বস্তুর বর্ণ পরিগ্রহ করে।

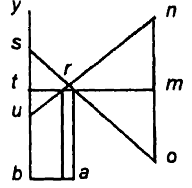
এবং ঐ বস্তুর উপরিতল যদি শাদা হয় এবং পারিপার্শ্বিক বস্তুসমূহের রঙ যদি উজ্জ্বলতর বা তীব্রতর আলোয় উদ্ভাসিত হয়, তাহলে অনচ্ছ বস্তুটির উপরিতল আনুপাতিক হারে চারিপাশের বস্তুসমূহ থেকে প্রতিফলিত বর্ণ আরও তীব্রভাবে গ্রহণ করে।

২৭০

বস্তুর প্রতিচ্ছবি যে-সমস্ত রশ্মি আবহ-মারফৎ প্রেরণ করে, তাদের প্রসঙ্গে

প্রতিচ্ছবির প্রত্যেক ক্ষুদ্রতম অংশও পারস্পরিক কোনরকম প্রতিবন্ধকতার সৃষ্টি না-করে পরস্পরকে ছেদ করে। এ ঘটনা প্রমাণ করার জন্য ধরা যাক r হলো ছিদ্রের এক দিক, যার বিপরীতস্থ s-চোখ ধরা যাক no-রেখার নিম্নপ্রান্ত o পর্যন্ত দেখতে পাচ্ছে। অন্য প্রান্তটি এক্ষেত্রে তার প্রতিচ্ছবি s-চোখে প্রেরণ করতে পারছে না, যেহেতু তা r-এর অন্য আর-একটি দিকে আঘাত করছে। no-রেখার মধ্যবর্তী m-এর ক্ষেত্রেও অনুরূপ ঘটনা ঘটে। ঐ রেখার উর্ধ্বপ্রান্ত n এবং u-চোখের ক্ষেত্রেও উপরিউক্ত ঘটনার কোন পরিবর্তন হয় না; এবং যদি ঐ m-প্রান্তের

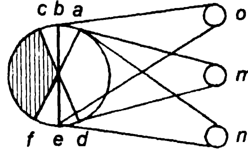
রঙ হয় লাল, তবে u-চোখ ছিদ্রের ঐ দিক থেকে o-এর সবুজ রঙ দেখতে পায় না, দেখে শুধু n-এর লাল। যে-সূত্র অনুযায়ী এরকম ঘটে, সেখানে বলা হয়েছে : প্রতিটি রূপগঠন তার প্রতিচ্ছবি নিক্ষেপ করে সংক্ষিপ্ততম বা হ্রস্বতম রেখায়, বস্তুত যা সরলরেখা হতে বাধ্য।



২৭১

চিত্র প্রসঙ্গে

কোন বস্তুর উপরিতল কিছু পরিমাণে তার চারিপাশের বস্তুসমূহের বর্ণ পরিগ্রহ করে। আলোকোদ্ভাসিত বস্তুসমূহের বর্ণ একের উপরিতল থেকে অন্যান্য উপরিতলের উপর ঐ সমস্ত বস্তুর অবস্থান অনুযায়ী বিভিন্ন বিন্দু থেকে প্রতিফলিত হয়। এখন, ধরা যাক o হলো পূর্ণ



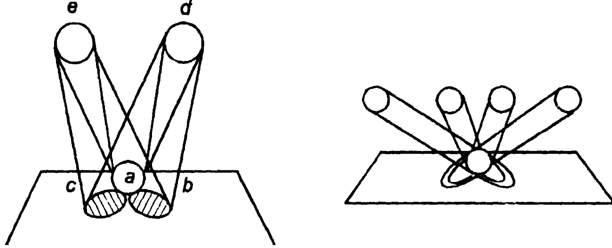
আলোয় অবস্থিত একটি নীল রঙের বস্তু যা শাদা ও গোলাকার abcdef বস্তুর bc-অঞ্চলের দিকে মুখ করে আছে, o এক্ষেত্রে ঐ বস্তুকে এক নীল বর্ণাভা প্রদান করবে। m হচ্ছে একটি হলুদ রঙের বস্তু, যা ঐ একইসময়ে ab-অঞ্চলের উপর প্রতিফলিত হয়, উভয়ে ঐখানে এক সবুজ বর্ণাভা সৃষ্টি করবে (নীল ও হলুদ মিলে এক চমৎকার সবুজ তৈরি হয়)। আপাতত বাকি অংশ চিত্রকর্ম সম্পর্কিত অধ্যায়ের জন্য তোলা থাক, যেখানে দেখানো হবে যে বস্তুসমূহের প্রতিচ্ছবি ও সূর্যের আলোয় উদ্ভাসিত বস্তুর রঙ ছোট্ট গোল ছিদ্রপথের মধ্যে দিয়ে অন্ধকার কক্ষে শাদা ও মসৃণ সমতলের উপর প্রেরণের মাধ্যমে (পরিণত হয়...) ইত্যাদি। কিন্তু সেক্ষেত্রে প্রত্যেকটি বস্তুই হয়ে যাবে বিপরীতমুখী।

২৭২

যা ছায়া নিক্ষেপ করে তা কখনও সেই নিক্ষেপকারী বস্তুর মুখোমুখি হতে পারে না, কেননা ছায়ার উৎপত্তি আলো থেকে, আলোই তার কারণস্বরূপ এবং ছায়াকে তা পরিবেষ্টন করে

নিক্ষিপ্ত ছায়ায় বিভিন্ন বর্ণের সংমিশ্রণ

থাকে। e-আলোর কারণসম্ভূত ছায়া, যা আসলে হলুদ, তার মধ্যে মিশে আছে সামান্য নীল, কারণ a-বস্তুর ছায়া নিক্ষিপ্ত হয়েছে b-ফুটপাথে, যেখানে নীল আলো পড়েছে এবং d-আলোয় উৎপন্ন ছায়া, আসলে যা নীল, c-অংশে পরিণত হবে হলুদে, কারণ সেখানে গিয়ে পড়েছে হলুদ আলো। এই সমস্ত ছায়ার চারপাশের প্রেক্ষাপট bc, তার স্বাভাবিক রঙ ছাড়াও হলুদ ও নীলের সংমিশ্রণজাত বর্ণাভা পরিগ্রহ করবে, যেহেতু তা একই সঙ্গে হলুদ ও নীল আলোয় আলোকিত।



বিভিন্ন রঙের ছায়া, তাদের উপরে আপতিত আলোর প্রকৃতি অনুযায়ী রূপান্তরিত হয়। যে-আলো ছায়ার কারণস্বরূপ, তা কখনও সেই আলোক-উৎসের মুখোমুখি হতে পারে না।

২৭৩

ক্যামেরা অবস্ক্যুরায় রঙের পরিণতি

ক্ষুদ্র ছিদ্রপথে প্রেরিত রঙিন বস্তুর প্রান্তভাগ তার মধ্যভাগের চেয়ে অনেক বেশি দৃষ্টি- আকর্ষক। প্রতিচ্ছবির প্রান্তভাগ, তা সে যে-কোন রঙেরই হোক না কেন, ক্ষুদ্র ছিদ্রপথে যা অন্ধকার কোন কক্ষে প্রেরিত হচ্ছে, সবসময়েই তার মধ্যভাগের চেয়ে তীব্রতর হয়।

২৭৪

অক্ষিতারকায় প্রতিচ্ছবিসমূহের প্রতিচ্ছেদ প্রসঙ্গে

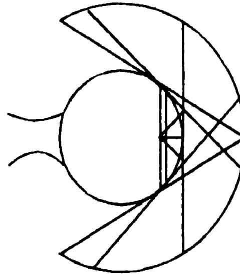
প্রতিচ্ছবিসমূহের প্রতিচ্ছেদ যখন অক্ষিতারকায় প্রবেশ করে তখন যে-জায়গায় ঐ প্রতিচ্ছেদ সম্মিলিত হয় সেখানে তা বিভ্রান্তিতে জড়িয়ে যায় না। যদি সূর্যরশ্মি নিকট-সংস্পর্শযুক্ত দুটি কাঁচের শার্সির মধ্যে দিয়ে সঞ্চরিত হয়, যার একটি হলুদ ও অন্যটি নীল, তাহলে ঐ রশ্মিগুচ্ছ

সূত্র ২৭২ : মূল ছবিতে e বৃত্তেব ভিতব লেখা ছিল হলুদ ও d-বৃত্তেব মধ্যে লেখা ছিল নীল। ঐ ছবিতেই বাঁদিকের ছায়াবৃত্তেব নিচে লেখা ছিল হলুদ ও ডানদিকেব ছায়াবৃত্তেব মধ্যে লেখা ছিল নীল। দ্বিতীয় ছবিতে, যেখানে পব পব চাবটি বৃত্ত আঁকা বয়েছে, সেখানে বাঁদিক থেকে হলুদ, নীল, সবুজ ও লাল লেখা ছিল।

কাঁচের শার্সিতে অনুপ্রবিষ্ট হয়ে নীল বা হলুদ নয়, চমৎকার এক সবুজ রূপান্তরিত হয় -- এই ঘটনায় উপরিউক্ত বিবৃতি প্রমাণসিদ্ধ হয়। একই ঘটনা ঘটত চোখেও, যদি হলুদ বা সবুজ প্রতিচ্ছবি অক্ষিতারকায় প্রবেশের সময় যেখানে পরস্পরের সঙ্গে মিলিত হয় ও পরস্পরকে ছেদ করে সেখানে সংমিশ্রিত হত। যেহেতু তা ঘটে না ফলে এ জাতীয় মিশ্রণের কোন অস্তিত্ব নেই।

বস্তুসমূহের প্রতিচ্ছবি দ্বারা গঠিত রশ্মিগুচ্ছের প্রকৃতি বিষয়ে এবং তাদের প্রতিচ্ছেদ প্রসঙ্গে

বস্তুসমূহের বর্ণ ও গঠনাকৃতির সঞ্চরণকারী স্পষ্ট ও প্রত্যক্ষ রশ্মিগুচ্ছ যখন অগ্রসর হয় তখন তা চারিপাশের বায়ুমণ্ডলকে রঞ্জিত করে না এবং যেখানে তারা প্রতিচ্ছেদিত হয় সেখানেও সংস্পর্শজনিত কারণে পরস্পরকে প্রভাবিত করে না। তারা প্রভাবিত করে শুধুমাত্র সেই অঞ্চলকে যেখানে তারা অদৃশ্য হয় ও অস্তিত্ব হারায়, কারণ ঐ অঞ্চল ও এই সমস্ত রশ্মির আদি বা মূল উৎস সেখানে পরস্পরের সম্মুখীন হয় এবং এই মূল উৎসের চতুষ্পার্শ্বস্থ অন্য কোন বস্তুই তখন আর দৃষ্টিগোচর হয় না যখন সেখানে এই সমস্ত রশ্মি ছিন্ন ও বিনষ্ট হয়, যা তারা বহন করে নিয়ে গিয়েছিল সেখানে পড়ে থাকে তার নষ্টাবশেষ।



বস্তুর বর্ণবিষয়ক এই প্রতিপাদ্যে তা প্রমাণিত হয়, যেখানে বলা হয়েছে : প্রত্যেক অনচ্ছ বস্তুর উপরিতল তার চারিপাশের বস্তুরাশির বর্ণ দ্বারা প্রভাবিত হয়; সুতরাং আমরা এর থেকে এই উপসংহারে আসতে পারি যে প্রতিচ্ছবিবাহী রশ্মিগুচ্ছের সাহায্যে যে-অঞ্চল প্রতিচ্ছবির মূল উৎসের সম্মুখীন, তা ঐ বস্তুর বর্ণ পরিগ্রহ করে।

২৭৫

কোন অনচ্ছ বস্তু কর্তৃক নিক্ষিপ্ত যে-কোন ছায়া, ঐ ছায়ার কারণস্বরূপ আলোর চেয়ে যা ক্ষুদ্রতর, তা ঐ আলোর বর্ণে রঞ্জিত একটি আহৃত ছায়া নিক্ষেপ করে

আহৃত ছায়ার বর্ণ প্রসঙ্গে

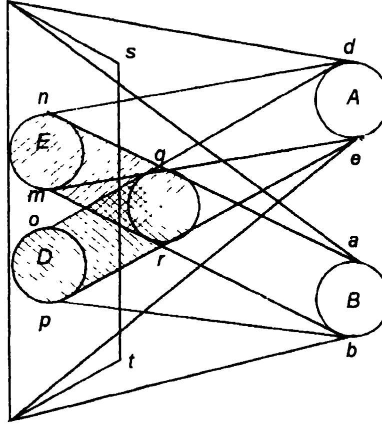
ধরা যাক n হলো ef-ছায়ার উৎস, এক্ষেত্রে ঐ ছায়া উৎসের বর্ণ পরিগ্রহ করবে। ধরা যাক o হলো he-এর উৎস, একই ভাবে তা-ও উৎসের বর্ণে রঞ্জিত হবে, যেমন কীনা vh-এর রঙ তার কারণস্বরূপ p-এর দ্বারা প্রভাবান্বিত হবে; এবং zky ত্রিভুজের ছায়া q-এর বর্ণে সংক্রমিত হবে, কেননা তার উৎপত্তি q-এরই সূত্রে। cd যে-অনুপাতে ad-তে যায়, nrs, m-এর চেয়ে সেই অনুপাতে গাঢ়তর হবে এবং ঐ অঞ্চলের বাকি অংশ হয়ে পড়বে ছায়াহীন। fg হচ্ছে সর্বোচ্চ আলোক-অঞ্চল, কেননা ad-জানালার সম্পূর্ণ আলো সেখানে এসে পড়ে; এবং ফলে অনচ্ছ বস্তুর উপর me-অঞ্চল একইভাবে সর্বোচ্চ আলোয় আলোকিত হয়; zky হচ্ছে এমন এক ত্রিভুজক্ষেত্র, গাঢ়তম ছায়া যেখানে রূপায়িত হয়েছে, কারণ ad-আলো তার কোন অংশেই পৌঁছয় না। xh হলো দ্বিতীয় স্বরের ছায়া, কারণ তা জানালাবাহিত আলোর মাত্র ১/৩ ভাগ গ্রহণ করে, অর্থাৎ cd। তৃতীয় স্তরের ছায়া হলো he, যেখানে জানালাবাহিত আলোর দুই-তৃতীয়াংশ মাত্র চোখে পড়ে। শেষ স্তরের ছায়া হচ্ছে bdef, কেননা জানালাবাহিত সর্বোচ্চ মাত্রার আলো পড়ে f-এ। (সূত্র ১৪৯-এর সংশ্লিষ্ট ছবি দ্রষ্টব্য।)

২৭৬

সরল আহৃত ছায়ার বর্ণ প্রসঙ্গে

আহৃত ছায়ার রঙ সর্বদা যে-বস্তুর অভিমুখে তারা নিক্ষিপ্ত হচ্ছে তার দ্বারা সংক্রমিত বা প্রভাবিত হয়। প্রমাণ করার জন্য ধরা যাক কোন অনচ্ছ বস্তু sctd-সমতলখণ্ড এবং নীল আলো de ও লাল ab-আলোর মধ্যে রাখা হল, তাহলে নীল de-আলো qr-বস্তু দ্বারা আবৃত op-অঞ্চল ছাড়া sctd-র সমগ্র উপরিতলের উপর পড়বে, dqoerp-রেখাসমূহের সাহায্যে যা দেখানো হয়েছে। একই ঘটনা ঘটবে ab-আলোর ক্ষেত্রেও যা qr-ছায়ায় অস্পষ্ট অঞ্চলটুকু ছাড়া sctd-উপরিতলের উপর পড়বে, যা dqo ও erp-রেখাদ্বয়ের সাহায্যে দেখানো হয়েছে। সুতরাং আমরা এই উপসংহারে আসতে পারি যে nm এক্ষেত্রে নীল বর্ণাভাযুক্ত লাল প্রেক্ষাপটে নীল ছায়াঞ্চলরূপে প্রতিভাত হবে, যেহেতু লাল ab-আলো সেখানে পড়ে না, শুধু নীল de-আলোর কাছেই তা অনাবৃত, কিন্তু sctd-উপরিতলে উভয় আলোই একযোগে আপতিত হয়। কিন্তু

ছায়াঞ্চলে শুধু একটি আলোই পড়ে, এ কারণে ছায়াগুলি হবে গাঢ়তায় মধ্যম স্তরের। যদি ঐ ছায়ার সঙ্গে কোন আলোরই সংমিশ্রণ না-ঘটত, তবে সেখানে সর্বোচ্চ মাত্রার অন্ধকার দেখা যেত।



কিন্তু op-ছায়ায় নীল আলোটি পড়ে না, কেননা qr-বস্তু তার মধ্যে এসে উপস্থিত হয় ও ঐ আলোকে বাধা দেয়। শুধু লাল ab-আলোই সেখানে এসে পড়ে এবং ছায়াঞ্চলটিকে লাল বর্ণাভায় রঞ্জিত করে। ফলে লাল ও নীল-মিশ্রিত প্রেক্ষাপটে এক রক্তিম ছায়া দৃশ্যমান হয়।

op-তে qr-এর ছায়া লাল, যা নীল de-আলোর কারণসম্ভূত; এবং op'-তে qr-এর ছায়া নীল, যা লাল ab-আলোর কারণে সৃষ্ট। সুতরাং আমরা বলতে পারি যে এই বিশেষ দৃষ্টান্তে নীল আলোটি অনচ্ছ $q'r'$-বস্তু থেকে এক লাল আহৃত ছায়ার সৃষ্টি করছে, আবার লাল আলোটি ঐ একই বস্তু থেকে এক নীল আহৃত ছায়ার সৃষ্টি করছে। কিন্তু ঐ বস্তুর অন্ধকার দিকে উদ্ভূত প্রাথমিক ছায়াটি কিন্তু লাল বা নীল কোন নির্দিষ্ট রঙের হয় না, হয় লাল ও নীলে সংমিশ্রিত।

আহৃত ছায়া যদি সমদূরত্বে স্থিত সমশক্তির আলোয় উৎপন্ন হয় তবে তার গাঢ়তাও হয় অনুরূপ। [অসমাপ্ত

সূত্র ২৭৬ মূল ছবিতে qr বৃত্তের মধ্যে ছায়াস্থিত বস্তু এবং A চিহ্নিত জায়গায় নীল উজ্জ্বল বস্তু ও B তে লাল উজ্জ্বল বস্তু কথা দুটি লেখা ছিল। এছাড়া E-চিহ্নিত জায়গায় নীলাভ ছায়া এবং D তে লেখা ছিল লালাভ ছায়া।

২৭৭

বর্ণের প্রকৃতি বিষয়ে

কোন শাদা বা কালোই স্বচ্ছ নয়।

২৭৮

চিত্রকৃতি প্রসঙ্গে

যেহেতু শাদা কোন রঙ নয়, বরং প্রত্যেক রঙের নিরপেক্ষ ধারক ও গ্রাহক, ফলে যখন খোলা হাওয়ায় উপর থেকে দেখা যায় তখন তার সমস্ত ছায়াই মনে হয় নীলাভ এবং এ ঘটনা ঘটে যে-সূত্রানুযায়ী, সেখানে বলা হয় : প্রত্যেক অনচ্ছ বস্তু তার চতুষ্পার্শ্বস্থ বস্তুসমূহের বর্ণ পরিগ্রহ করে। এখন শাদা রঙের বস্তুটির কিছু অংশ সূর্য এবং তার মধ্যে অপরাপর বস্তুর উপস্থিতির কারণে সূর্যালোকে বঞ্চিত হলেও তার যে-অংশ সূর্য ও আবহমণ্ডলের কাছে অনাবৃত থাকে, তা সূর্য ও আবহমণ্ডলের বর্ণ পরিগ্রহ করে; আর তার যেদিকে সূর্যের আলো পড়ে না, সেদিক থাকে ছায়াচ্ছন্ন এবং তা শুধু আবহের বর্ণ পরিগ্রহ করে। আর যদি শাদা রঙের এই বস্তুতে দিগন্তবিস্তৃত সবুজ বা দিগন্তের ঔজ্জ্বল্য প্রতিফলিত না-হয়, তাহলে বস্তুটি অবশ্যই আবহের সাধারণ বর্ণে দৃশ্যমান হয়।

২৭৯

বর্ণের গভীরতার মাত্রাবিন্যাস প্রসঙ্গে

কালো যখন ছবিতে প্রয়োগ করা হয় শাদার পাশে, তখন কালোর পাশে ব্যবহার করলে যতটা কালো লাগে তার চেয়ে বেশি কালো বলে মনে হয় না তাকে। আবার শাদা যখন কালোর পাশে থাকে তখনও তাকে শাদাতর বলে মনে হয় না মোটেই, ক্ষুদ্র ছিদ্রপথে প্রেরিত প্রতিচ্ছবি বা অনচ্ছ পর্দার প্রান্তদেশের ক্ষেত্রে যেমন দেখা যায়।

২৮০

বর্ণ প্রসঙ্গে

একই রকম বিভিন্ন শাদার মধ্যে যেটি গাঢ়তম পটভূমিতে স্থাপিত, তাকেই মনে হবে সবচেয়ে বেশি শাদা। এবং সবচেয়ে শাদা পটভূমিতে কালোকে মনে হবে তীব্রতম।

লালকে মনে হবে উজ্জ্বলতর যখন তা স্থাপিত হবে সবচেয়ে গাঢ়তম হলুদের পটভূমিতে; সমস্ত রঙের ক্ষেত্রেই তা-ই হবে, যদি তাদের তীব্রতম বিরোধী বর্ণের দ্বারা পরিবেষ্টন করা হয়।

২৮১

পরিপ্রেক্ষিত

বর্ণের প্রতিফলন সম্পর্কে

বর্ণহীন প্রত্যেক বস্তু কমবেশি তার বিপরীতস্থ বস্তুর রঙে রঞ্জিত হয়। এ ঘটনা প্রত্যক্ষ করা যায় অভিজ্ঞতাতেই, কেননা আমরা দেখি যে আয়নার মতো যে-বস্তুতে প্রতিফলিত হয় অন্য কোন বস্তু, তা ঐ প্রতিফলিত বস্তুর বর্ণ পরিগ্রহ করে। আর যদি ঐ বস্তুর উপরিতল অংশত শাদা রঙের হয় তাহলে তার যে-অংশে লাল প্রতিফলিত হবে সে অংশটি লাল রঙেই উদ্ভাসিত হবে। উজ্জ্বল বা অনুজ্জ্বল যে-কোন রঙের ক্ষেত্রেই এই একই ঘটনা ঘটবে।

পরিপ্রেক্ষিত

প্রত্যেক অনচ্ছ ও বর্ণহীন বস্তু তার উপর প্রতিফলিত বর্ণের আভা গ্রহণ করে; শাদা দেওয়ালের ক্ষেত্রে ঠিক যেমনটি ঘটে থাকে।

২৮২

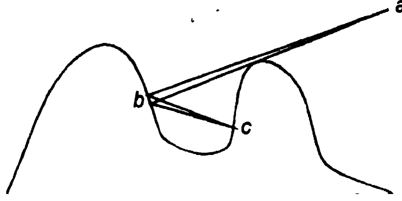
পরিপ্রেক্ষিত

আলো-ছায়ায় স্থিত কোন বস্তুর যে-দিকটি আলোর দিকে আছে, তা ছায়াচ্ছন্ন দিকের চেয়ে অনেক দ্রুত ও অনেক স্পষ্টত যাবতীয় অনুপুঙ্খসমেত চোখে ঐ বস্তুর প্রতিচ্ছবি প্রেরণ করে। চতুষ্কোণ আয়নায় প্রতিফলিত সূর্যরশ্মি দূরবর্তী বস্তুতে বৃত্তাকার রূপে প্রতিনিক্ষিপ্ত হয়। যে-কোন শাদা ও অনচ্ছ উপরিতল চারিপাশের বস্তু থেকে প্রতিফলনের মাধ্যমে আংশিক রঞ্জিত হয়।

২৮৩

কোন রঙিন উপরিতলের কোন্ অংশ যুক্তিসঙ্গতভাবে সবচেয়ে তীব্র রঙে রঞ্জিত হয়

যদি a হয় আলো আর b তদ্দ্বারা সরাসরি আলোকিত হয়, তবে c, যার উপর কোন আলো



পড়ে না, তা শুধু b থেকে প্রতিফলিত আলোয় আলোকিত হয়। ধরা যাক b-এর রঙ লাল। সুতরাং সেখান থেকে প্রতিফলিত আলো তার উৎসস্বরূপ ঐ উপরিতলের বর্ণ দ্বারা সংক্রমিত হবে এবং c-এর উপরিতলকে লাল আভায় রঞ্জিত করে তুলবে। এখন c-ও যদি লাল হয়, তাহলে দেখবে যে তা b-এর চেয়ে অনেক বেশি তীব্র হয়ে উঠেছে, আর c যদি হলুদ হয়, তাহলে লাল ও হলুদের মাঝামাঝি কোন রঙ সেখানে দেখতে পাবে।

২৮৪

কেন সুন্দর-সুন্দর রঙ সব (সর্বোচ্চ) আলোয় থাকা উচিত

ছবিতে গাঢ় ও হালকা রঙের ব্যবহার প্রসঙ্গে

যেহেতু আমরা দেখি যে রঙের বৈশিষ্ট্য ও গুণাগুণ শুধু আলোর সাহায্যেই জানা যায়, ফলে ধরে নেওয়া যায় যে যেখানে আলোর পরিমাণ সর্বাধিক, রঙের প্রকৃত চরিত্র সেখানেই সবচেয়ে ভালোভাবে দেখা যাবে এবং ছায়া যেখানে সর্বাধিক সেখানে তার গাঢ় ছায়ে রঙও সংক্রমিত হবে। সুতরাং হে চিত্রকর, রঙের প্রকৃত গুণ উজ্জ্বল আলোয় দেখানোর কথা স্মরণে রেখো।

২৮৫

শাদা-কালোয় চিত্রিত কোন বস্তু অন্য যে-কোন ভাবে অঙ্কিত বস্তুর চেয়ে অনেক গভীর উচ্চাবচতা প্রকাশ করে। সুতরাং আমি তোমায় মনে করিয়ে দিতে চাই হে চিত্রকর, অঙ্কিত অবয়বের পোশাকে যতদূর সম্ভব হালকা রঙ দিও। যেহেতু তুমি যদি গাঢ় কোন রঙ সেখানে ব্যবহার করো, ডৌলের উঁচুনিচু তাহলে ঠিক পরিস্ফুট হবে না এবং দূর থেকে দৃষ্টিও আকর্ষণ করবে না। এর কারণ হলো সমস্ত বস্তুরই ছায়ার রঙ গাঢ়, ফলে তুমি যদি পোশাকেও গাঢ় রঙ দাও, তাহলে সেখানে আলো ও ছায়ার বৈচিত্র্য ফুটবে না। অন্যদিকে হালকা রঙে নানান স্তর বা মাত্রারও ব্যবহার করা যায়।

২৮৬

চিত্র প্রসঙ্গে

ছায়ায় দেখা রঙ ছায়ার গাঢ়তাসাপেক্ষে তাদের স্বাভাবিক ঔজ্জ্বল্যের আধিক্য বা ন্যূনতা প্রকাশ করে।

ঐ একই রঙ যদি আলোকিত কোন জায়গায় রাখা যায়, তাহলে আলোর ঔজ্জ্বল্যসাপেক্ষে তারা উজ্জ্বলতর রূপে প্রতীয়মান হয়।

বিরোধীপক্ষের কথা

ছায়ায় রঙের বৈচিত্র্য ঐ ছায়ায় স্থিত বস্তুসমূহের রঙের মতোই ব্যাপক হতে বাধ্য।

উত্তর

ছায়ায় দেখা রঙের বৈচিত্র্য যে-ছায়ার তারা অন্তর্ভুক্ত তার গাঢ়তাসাপেক্ষে আনুপাতিক হারে কম হবে। এর সাক্ষ্য মিলবে যদি কোন খোলা জায়গা থেকে অন্ধকার ও ছায়াচ্ছন্ন গির্জার দ্বারপথে তার ভিতরে তাকানো যায়, বহুবিচিত্র বর্ণে অঙ্কিত ছবিগুলি সেখানে দেখে মনে হবে যেন একই রকম অন্ধকার।

সুতরাং নির্দিষ্ট দূরত্বে বিভিন্ন বর্ণের যাবতীয় ছায়াই একইরকম গাঢ় অন্ধকার বলে প্রতিভাত হয়। আলো-ছায়াময় কোন বস্তুর আলোর দিকটিই তার প্রকৃত বর্ণ প্রকাশ করে।

২৮৭

রামধনুর রঙ নিয়ে

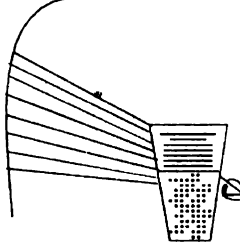
চিত্রকলা সম্পর্কিত শেষ অধ্যায়ে রামধনু নিয়ে আলোচনা কোর। প্রথমে লিখো বিভিন্ন রঙের সংমিশ্রণে প্রস্তুত রঙ নিয়ে, যাতে করে প্রমাণ করতে সক্ষম হও যে কীভাবে ঐ চিত্রকরদের ব্যবহার্য রঙ দিয়েই রামধনুর রঙ প্রস্তুত করা যায়।

২৮৮

রামধনুর রঙ কি সূর্য-সৃষ্ট

রামধনুর বিভিন্ন রঙ সূর্য-সৃষ্ট বা সূর্যোৎপন্ন নয়; কেননা সূর্যরশ্মি ছাড়াই আরও বিভিন্ন উপায়ে

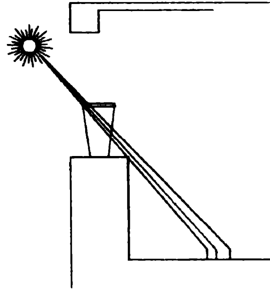
ঐ রঙ সৃষ্টি করা যায়। যেমন কীনা চোখের সামনে এক গেলাশ জল ধরলেও দেখা যায়। শস্তা নিচুমানের কাঁচের গেলাশে সাধারণত অসংখ্য বুদবুদ চোখে পড়ে, সরাসরি সূর্যের আলো না-পড়লেও ঐরকম প্রত্যেক বুদবুদের একদিকে রামধনুর সমস্ত রঙ দেখা যায়। গেলাশটিকে



দিনের আলো এবং চোখের মধ্যে এমনভাবে রাখো যাতে তা চোখের খুব কাছে থাকে, তাহলে তার একদিক দিয়ে পারিপার্শ্বিক আবহের বিকীর্ণ আলো প্রবেশ করবে আর একদিকে, সে বাঁদিকই হোক বা ডানদিক, থাকবে দেওয়ালের ছায়া। এখন গেলাশটিকে ধীরে ধীরে ঘোরালে তুমি ঐ বুদবুদগুলির চারধারে ঐ সমস্ত রঙ দেখতে পাবে। এ সম্পর্কে বাকি কথা সঠিক জায়গায় আলোচিত হবে।

রামধনুর বর্ণসৃষ্টিতে চোখের কোন ভূমিকা নেই

যে-পরীক্ষার কথা এখনই বর্ণনা করা হলো, তাতে মনে হতে পারে যে রামধনুর রঙে চোখেরও কিছু ভূমিকা আছে, যেহেতু গেলাশের এই সমস্ত বুদবুদ চোখের মাধ্যম ছাড়া তাদের বর্ণ প্রদর্শন করে না। কিন্তু তুমি যদি জলভর্তি গেলাশ জানালার ধাপিতে এমনভাবে রাখো যাতে তার



বাইরের দিক সূর্যের আলোয় অনাবৃত থাকে, তাহলে গেলাশের ভিতর দিয়ে জানালার নিচে মেঝের উপর অন্ধকারে নিক্ষিপ্ত আলোয় তুমি একই রঙ দেখতে পাবে। এবং যেহেতু চোখ

এক্ষেত্রে কোনভাবে যুক্ত নয়, আমরা নিঃসন্দেহে ও নিশ্চিতভাবে বলতে পারি যে এই সমস্ত বর্ণের সৃষ্টিতে চোখের কোন ভূমিকা নেই।

কিছু-কিছু পাখির পালকের রঙ প্রসঙ্গে

পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলে এমন অনেক পাখি আছে যাদের পালকে তারা নড়াচড়া করলে আশ্চর্য সুন্দর সব রঙ সৃষ্টি হতে দেখি আমরা, আমাদের দেশে যেমন দেখতে পাই ময়ূরের পাখায় কিংবা হাঁস অথবা পায়রার গলায়। আবার মাটির নিচ থেকে পাওয়া প্রাচীন কাঁচের গায়ে এবং বদ্ধ জলে বা কুয়োর নিচে কিছুকালের জন্য রাখা শালগমের শিকড়ে আমরা দেখি যে প্রত্যেকটি শিকড় এক্ষেত্রে প্রায় রামধনুর মতো বিচিত্র রঙে রঙিন। জলের উপরে ভাসমান তেলে এবং হীরে বা ফিরোজা রঙের রত্নবিশেষের উপরিতলে প্রতিফলিত সূর্যরশ্মিতেও ঐ একই রঙ দুর্লক্ষ্য নয়। আবার আবহের পটভূমিতে অবস্থিত গাঢ় রঙের বা ম্লান রঙের যে-কোন বস্তুর প্রতি এই জাতীয় পলকাটা ফিরোজা মণির কোন এক দিক দিয়ে দেখলে আবহ ও গাঢ় রঙের বস্তুটির মাঝে ঐ বস্তুটি প্রান্তবরাবর রামধনু রঙে পরিবেষ্টিত বলে মনে হয়। এরকম আরও কিছু দৃষ্টান্তের কথা আর বলছি না, যেহেতু আপাতত এটুকুই আমার উদ্দেশ্যের পক্ষে যথেষ্ট।

৬

বর্ণের পরিপ্রেক্ষিত ও নভোস্থানিক পরিপ্রেক্ষিত

২৮৯

সাধারণ নীতি

বস্তুসমূহের রঙের বৈচিত্র্য, শুধু তার যে-যে অংশ সূর্যের আলোয় সরাসরি আলোকিত, সেই-সেই অংশ ছাড়া বহু দূর থেকে বিচার করা অসম্ভব।

২৯০

বস্তুসমূহের বর্ণ সম্পর্কে : ছায়াচ্ছন্ন অংশগুলির মধ্যে কোন পার্থক্য বহুদূর থেকে নির্ণয়সাধ্য নয়।

২৯১

রঙের দৃশ্যমানতা প্রসঙ্গে

কোন্ রঙটি চোখে পড়ে সর্বাধিক, এবং সর্বাগ্রে? দূরস্থিত কোন বস্তু সবচেয়ে দৃষ্টি-আকর্ষক হয় যখন তা সর্বাধিক আলোকিত, আর সবচেয়ে অন্ধকারাচ্ছন্ন বস্তু চোখে পড়ে সবচেয়ে কম।

২৯২

ব্যতিক্রমী ঘটনা

ছায়ার প্রান্তসীমা বা সীমারেখা প্রসঙ্গে। কিছু-কিছু ছায়ার প্রান্ত অস্পষ্ট ও অনির্দিষ্ট হয়, আবার কিছু-কিছু ছায়াপ্রান্ত দেখা যায় স্পষ্ট ও সুনির্দিষ্ট।

কোন অনচ্ছ বস্তুই আলো বা ছায়াহীন হতে পারে না, যদি-না তা কুয়াশাবৃত বা বরফাবৃত কোন জায়গায় স্থাপিত হয় ; কিংবা খোলা মাঠে যখন বরফ পড়ে, আলো নেই কোন, চারিপাশ অন্ধকারে আচ্ছন্ন, এমন কোন জায়গায় তা না-থাকে।

এ সমস্তই অবশ্য শুধু গোলাকার বস্তুসমূহের ক্ষেত্রেই সত্য। কেননা বিভিন্ন প্রত্যঙ্গযুক্ত বস্তুর ক্ষেত্রে প্রত্যঙ্গসমূহের যে-যে অংশ পরস্পরের দিকে মুখ করে থাকে, পরস্পরের উপর তাদের উপরিতলের বর্ণ ও ছায় প্রতিফলিত হয়।

২৯৩

দূর থেকে সমস্ত রঙই নির্ধারণ ও নির্ণয়ের অসাধ্য

একটি পরীক্ষা

দূর থেকে ছায়াস্থিত সমস্ত রঙই নির্ধারণের অসাধ্য; কেননা কোন বস্তু, যা সর্বোচ্চ আলোয় নেই, তার চেয়ে অধিক আলোকিত আবহমণ্ডলের মধ্যে দিয়ে চোখে তার প্রতিচ্ছবি প্রেরণে অক্ষম, যেহেতু সেক্ষেত্রে স্বল্প-ঔজ্জ্বল্যকে অধিক-ঔজ্জ্বল্য অবশ্যই শোষণ করে নেবে। দৃষ্টান্তস্বরূপ : কোন বাড়ির মধ্যে আমরা তার দেওয়ালের সমস্ত রঙ তৎক্ষণাৎ এবং স্পষ্টভাবে দেখতে পাই, যখন তার সব জানালা খোলা থাকে। কিন্তু আমরা যদি তারপর বাড়ির বাইরে গিয়ে কিছু দূর থেকে তার জানালাপথে দেওয়ালে টাঙানো ছবির দিকে তাকাই, তাহলে ছবির বিভিন্ন রঙের জায়গায় আমরা একই রকম গাঢ় ও বিবর্ণ ছায়া দেখতে পাব।

২৯৪

কীভাবে চিত্রকর বর্ণগত পরিপ্রেক্ষিতের চর্চা ও অনুশীলন করবেন

বর্ণগত পরিপ্রেক্ষিতের অনুশীলন

রঙের মূল চরিত্রের হ্রাস বা ক্ষয় এবং তার বৈচিত্র্যের পরিপ্রেক্ষিত অনুশীলনের জন্য প্রতি ১০০ ব্র্যাচিয়া অন্তর ভূমিস্থিত বিভিন্ন বস্তু, যেমন গাছ, বাড়ি, মানুষ বা বিশেষ কোন স্থান পর্যবেক্ষণ করো। তারপর প্রথম গাছটির সামনে দৃঢ়ভাবে একটি কাঁচের ফলক স্থাপন করো, খুব স্থিরভাবে দৃষ্টি নিবদ্ধ করো, তারপর ঐ কাঁচের ফলকে ঐ গাছের আকৃতি অনুসরণ করে একটি গাছ আঁকো। এর পর ফলকটি একদিকে ততদূর সরিয়ে নিয়ে যাও যাতে তোমার অঙ্কিত গাছটি প্রকৃত গাছের পাশেই, ঠিক তার কাছে গিয়ে উপস্থিত হয়। এবার ছবিটি এমনভাবে রঙ করো যাতে গড়নে ও বর্ণে উভয়ই প্রায় একরকম দেখতে হয় এবং এক চোখ বন্ধ করলে যাতে উভয়কেই দেখে মনে হয় কাঁচের গায়ে আঁকা এবং একই দূরত্বে অবস্থিত। একই পদ্ধতিতে আরও দুটি গাছ তৈরি করো, যাদের মধ্যে ১০০ ব্র্যাচিয়া দূরত্ব রয়েছে। এগুলিই পরে প্রয়োগযোগ্যতা অনুসারে তোমার আদর্শ ও পথপ্রদর্শকের কাজ করবে এবং যখন তুমি তোমার নিজের ছবিতে কাজ করবে তখন এসমস্তই তোমার ছবিতে সঠিক দূরত্ব সৃজনে সাহায্য করবে। আমি দেখেছি নিয়মানুযায়ী ২০ ব্র্যাচিয়া দূরত্বে দ্বিতীয় গাছটি এক্ষেত্রে সাধারণত প্রথমটির ৪/৫ ভাগ হয়ে থাকে।

২৯৫

নভোস্থানিক পরিপ্রেক্ষিত

নভোস্থানিক পরিপ্রেক্ষিতের নিয়মাবলী

আর-এক ধরনের পরিপ্রেক্ষিত আছে যাকে আমি বলি নভোস্থানিক পরিপ্রেক্ষিত। কেননা, আবহমণ্ডলের মাধ্যমেই আমরা বিভিন্ন অট্টালিকার মধ্যে দূরত্বের তারতম্য বিচার করতে পারি, সাধারণত দেখে যাদের মনে হয় একটি একক রেখার উপর স্থাপিত। দৃষ্টান্তস্বরূপ, আমরা বিভিন্ন অট্টালিকাকে যখন একটি দেওয়ালের ওপারে দেখি, তখন সে সমস্তই ঐ দেওয়ালের উপরস্থ ও একই মাপের বলে মনে হয়, এক্ষেত্রে তুমি হয়তো কোন ছবিতে একটির থেকে আরেকটিকে ঈষৎ দূরবর্তী হিশেবে চিত্রিত করতে চাও, আবহে দিতে চাও কিছুটা ঘনত্বের আভাস। তুমি জানো যে প্রায় একইরকম ঘনত্বসম্পন্ন আবহের মধ্যে দিয়ে সুদূরতম কোন বস্তু, যেমন পাহাড়ের দিকে তাকালে চোখ এবং ঐ দূরবর্তী বস্তুর মধ্যবর্তী আবহের পরিমাণগত আধিক্যের কারণে তা নীলাভ বলে প্রতীয়মান হয় এবং সূর্য যদি সেসময় পুবদিকে থাকে তাহলে তা প্রায় আবহের মতো একই বর্ণাভায় প্রকাশিত হয়। সুতরাং দেওয়ালের উপরে সবচেয়ে নিকটবর্তী অট্টালিকা তার স্বাভাবিক বর্ণেই চিত্রিত করা উচিত তোমার, কিন্তু দূরত্ব অনুযায়ী পরবর্তী অট্টালিকাগুলিকে কিছুটা অস্পষ্ট ও অনির্দিষ্টভাবে চিত্রিত করার সঙ্গে-সঙ্গে তাদের আরও বেশি নীলাভ রঙে এঁকো। প্রদত্ত কোন রেখার উপরে প্রতীয়মান অট্টালিকাসমূহ যদিও একই মাপের বলে মনে হয়, তথাপি এই নিয়মানুসারে কোন্‌টি অধিক দূরবর্তী এবং অন্যগুলির চেয়ে কোন্‌টি বৃহৎ তা পৃথকভাবে চিহ্নিত করা যায়।

২৯৬

চোখ এবং দৃষ্ট বস্তুর মধ্যস্থিত মাধ্যম ঐ বস্তুকে তার নিজের রঙে রঞ্জিত করে, আবহমণ্ডলের নীলাভা দূরস্থিত পর্বতকে যেমন নীলাভ করে তোলে, কিংবা লাল কাঁচ তার মধ্যে দিয়ে দেখা বস্তুকে যেমন করে তোলে রক্তিম। নক্ষত্রপুঞ্জ থেকে তার চারিপাশে বিচ্ছুরিত আলোকে যেমন চোখ এবং নক্ষত্রের উজ্জ্বল আলোর অন্তর্বর্তী রাত্রির অন্ধকার ম্লান ও অস্পষ্ট করে দেয়।

২৯৭

বর্ণের পরিপ্রেক্ষিত এবং চিত্রিত বস্তুর আকারে ও মাপে যেন বৈসাদৃশ্য না-থাকে, সে বিষয়ে

সযত্ন দৃষ্টি রেখো। অর্থাৎ, বস্তুসমূহ যেমন বিভিন্ন দূরত্বে তাদের স্বাভাবিক মাপের চেয়ে হ্রাসপ্রাপ্ত হয় তেমনি বর্ণও আনুপাতিক হারে তাদের স্বাভাবিক ঔজ্জ্বল্য হারায়।

২৯৮

নিম্নস্থ বায়ুস্তর কেন ম্লান রঙে চিত্রিত করা উচিত

বায়ুস্তরের তুলনামূলক ঘনত্ব প্রসঙ্গে

কারণ পৃথিবীর নিকটবর্তী অঞ্চলে বায়ুস্তর অনেক ঘন, আর যতই তা উপরের দিকে যায় ততই লঘুতর ও বিরল হয়ে আসে। সূর্য যখন পুবদিকে থাকে, তখন যদি পশ্চিমে এবং কিছু উত্তরে ও দক্ষিণ দিকে তাকাও, তাহলে দেখবে যে এই ঘন বায়ুস্তর লঘুতর অংশের চেয়ে সূর্যের আলো অনেক বেশি পরিমাণে গ্রহণ করছে, কেননা ঘন মাধ্যমে রশ্মিসমূহ অনেক অধিক প্রতিরোধের সম্মুখীন হচ্ছে। আর যদি দেখো যে আকাশ যেন লুপ্ত হয়েছে কোন নিম্নবর্তী প্রান্তরে, তাহলে আকাশের সর্বনিম্ন অঞ্চলকে তোমায় দেখতে হবে ঢের ঘনতর ও শাদাতর বায়ুস্তরের মধ্যে দিয়ে, যা আকাশের প্রকৃত রঙ অনেকটাই ম্লান ও দুর্বল করে দেবে এবং সেখানে তোমার মাথার ঠিক উপরস্থ আকাশের চেয়ে তা অনেক বেশি শাদা বলে মনে হবে, যেহেতু মাথার উপরে এই বাষ্পাকীর্ণ বায়ুস্তরের মধ্যে দৃষ্টিরেখাকে তুলনায় অনেক কম পথ পরিভ্রমণ করতে হয়। আর তুমি যদি পুবদিকে দৃষ্টিপাত করো, নিচের দিকে বায়ুস্তরকে তুলনায় অনেক গাঢ় বলে মনে হবে, কারণ ঐ নিম্নস্থ বায়ুস্তরে উজ্জ্বল আলোকরশ্মি সম্পূর্ণ স্বাধীনভাবে সঞ্চরিত হতে পারে না।

২৯৯

ছবিতে দূরস্থিত বস্তু চিত্রণের প্রণালী প্রসঙ্গে

এ কথা বোঝা সহজ যে ভূমিতলের নিকটস্থ বায়ুস্তর বাদবাকি অংশের চেয়ে ঘনতর এবং উপরের দিকে এই বায়ুস্তর হয়ে আসে লঘুতর, বিরলতর ও স্বচ্ছতর। দূরস্থিত কোন বৃহৎ ও অত্যুচ্চ বস্তুর নিচের দিকের খুব বেশি অংশ দেখতে পাওয়া যায় না, কারণ তুমি যে-রেখাবরাবর তা দেখো, সেটি বায়ুস্তরের পুরু ও ঘনতর অংশের মধ্যে দিয়ে সঞ্চরিত হয়। এ ধরনের সুউচ্চ বস্তুর শীর্ষদেশ যে-রেখাবরাবর দেখা হয়, যদিও তা ঘন বায়ুস্তরের মধ্যে তোমার চোখ থেকে তার যাত্রা শুরু করে, তবু যখন তা শেষ হয় ঐ সমস্ত বস্তুর শীর্ষে, তখন ভিত্তিমূলের চেয়ে ঢের বায়ুবিরলতার মধ্যে তার পরিসমাপ্তি ঘটে। এ কারণে তোমার চোখ থেকে এই দৃষ্টিরেখাটি যত দূরে প্রসারিত হয় বায়ুস্তর এক বিন্দু থেকে আর-এক বিন্দুতে ততই বিরল হয়ে আসে। সুতরাং হে চিত্রকর, যখন পর্বতের ছবি আঁকবে, তখন দেখো যে বিভিন্ন পাহাড়ের শীর্ষের চেয়ে তাদের ভিত্তিমূল অনেক বেশি ম্লান, এবং পরস্পরের থেকে তারা যত দূরে যাবে ততই আনুপাতিক হারে তাদের শীর্ষের চেয়ে ভিত্তিকে ম্লান করে এঁকো, আর যত তাদের উপরের দিকে যাবে তত তাদের প্রকৃত গঠন ও বর্ণ প্রকাশ কোর।

৩০০

বায়ুস্তরের বর্ণ প্রসঙ্গে

বায়ুস্তরে বা আবহস্তরে আমরা যে-নীলাভা দেখি আমার বক্তব্য যে তা সহজাত বর্ণ নয়, বরং সূক্ষ্ম ও ইন্দ্রিয়ের অগোচর অণুতে উষ্ণ বাষ্পীভবনের ফল, যার উপর সূর্যের আলো পড়ে বিরাট বিশ্বব্রহ্মাণ্ডের অনন্ত অন্ধকারের পটভূমিতে তাদের আলোয় উজ্জ্বল করে তোলে। এ ঘটনা প্রত্যক্ষ করা যায় ফ্রান্স ও ইতালির বিভাজক আল্পস পর্বতমালার মনবসো শৃঙ্গে ওঠার সময়, যেমন আমি নিজে দেখেছি। এই পর্বতমালার পাদদেশ থেকে উৎপত্তি ঘটেছে চারটি নদীর, সমগ্র ইয়োরোপ জুড়ে তারা ভিন্ন-ভিন্ন অভিমুখে প্রবাহিত হয়েছে। কোন পর্বতের পাদদেশই আল্পসের মতো এত উঁচু নয়, প্রায় যেন মেঘের উপরে উন্নীত, সেখানে বরফ পড়ে ক্বচিৎ, কিন্তু ঘোর শিলাবৃষ্টি হয় গ্রীষ্মে, যখন মেঘ থাকে সর্বাধিক। আর এই শিলা পড়ে থাকে সেখানে, গলে না, এ যদি ঐ মেঘরাশি না-শুষে নিত, বছরের দু'বারের বেশি তা-ও হয় না, তাহলে বরফের বিরাট পাহাড় জমে যেত সেখানে, জুলাই-এর মাঝামাঝি আমি যা দেখেছি, তা-ই পরিমাণে বিপুল। সেখানেই আমি মাথার উপরে দেখেছি গাঢ় আকাশ, সূর্যের আলো পড়েছে পাহাড়ের শীর্ষে, নিচের সমভূমির চেয়ে তা ঢের বেশি উজ্জ্বল ও স্পষ্ট। তার কারণ আর কিছুই না, সূর্য আর পর্বতশীর্ষের মধ্যে পরিমাণে অল্প ও লঘুতর বায়ুস্তরের উপস্থিতি। আবহমণ্ডলের বর্ণ-সম্পর্কিত দৃষ্টান্ত হিশেবে আমি আরও উল্লেখ করব পুরনো শুকনো কাঠের ধোঁয়ার, যখন চোখ ও গাঢ়তর দূর অঞ্চলের মাঝে চিমনিবাহিত হয়ে বের হয়, গভীর নীল বলে মনে হয় তা। কিন্তু আরও উপরে ওঠে যখন, চোখ এবং উজ্জ্বল বায়ুস্তরের মধ্যবর্তী হয়, সঙ্গে-সঙ্গে তার রঙ পাল্টে যায় ধূসর পাণ্ডুরতায়। তখন আর ঐ ধোঁয়ার ওপারে কোন অন্ধকার নেই, রয়েছে এক উজ্জ্বল আলোকিত প্রেক্ষাপট। কিন্তু ধোঁয়া যদি বের হয় কাঁচা নতুন কাঠ থেকে, তখন আর তা নীল বলে মনে হবে না, বিপুল আর্দ্রতা ও অস্বচ্ছতার কারণে তার চেহারা হবে ঘন মেঘের মতো, যে-কোন কঠিন বস্তুর মতোই তা স্পষ্টতর আলো-ছায়া প্রকাশ করবে। একই ঘটনা ঘটে যখন পারিপার্শ্বিক আবহ অতিরিক্ত আর্দ্রতায় শাদা হয়ে যায়, সামান্য তাপেই যার রঙ পাল্টে যায় ঘোর নীলে। আবহস্তরের বর্ণ সম্পর্কে আপাতত এটুকুই যথেষ্ট, তবু আরও যোগ করা যায় যে এই স্বচ্ছ নীলই যদি আবহমণ্ডলের স্বাভাবিক রঙ হয় তবে যেখানে চোখ ও প্রজ্জ্বলিত অগ্নির মধ্যবর্তী অঞ্চলে বিপুল পরিমাণ বায়ুরাশির সঞ্চরণ ঘটে, সেখানে এই আশমানি রঙই তীব্রতর হয়ে ওঠে, নীল কাঁচ বা নীলকান্ত মণির ক্ষেত্রে যেমন আমরা দেখি -- যত বৃহৎ হয় আনুপাতিক হারে ততই গাঢ় হয়ে ওঠে তা। কিন্তু এই সব ক্ষেত্রে

আবহের আচরণ বিপরীত, চোখ ও অগ্নিবলয়ের মধ্যে যত বেশি পরিমাণে তার উপস্থিতি, ততই আরও বেশি শাদা বলে মনে হয় তাকে। দিগন্তের দিকেই সাধারণত এরকম ঘটে থাকে। আর চোখ ও অগ্নিবলয়ের মধ্যে বায়ুস্তরের উপস্থিতি যত কম, নীল হয়ে ওঠে তত গাঢ়, নিচু প্রান্তরে যেমন দেখা যায় সাধারণত। সুতরাং বলা যায়, যেমন আমি বলেছি যে বায়ুস্তর বা আবহমণ্ডল সূর্যরশ্মিগ্রাহক আর্দ্রকণার উপস্থিতির কারণেই এরকম আশমানি বর্ণ পরিগ্রহ করে। আবার, আমরা কোন অন্ধকারে কক্ষে ছিদ্রপথে অনুপ্রবিষ্ট সূর্যরশ্মিতে ধূলিকণা ও ধূম্রকণিকার পার্থক্য নির্ধারণ করতে পারি, যেখানে ধূলিকণার রঙ মনে হয় ধূসর পাণ্ডুবর্ণ, কিন্তু হালকা ধোঁয়া চমৎকার নীল রঙে প্রতিভাত হয়। পুনরায়, দূর পর্বতের গাঢ় ছায়াতে ঐ একই ঘটনা দেখতে পাই, যেখানে চোখ ও ঐ ছায়ার মধ্যবর্তী বায়ু মনে হয় অতীব নীল, যদিও ঐ পর্বতমালার উজ্জ্বলতম অংশে তার প্রকৃত বর্ণের খুব একটা তারতম্য ঘটে না। কিন্তু কেউ যদি আরও সুনির্দিষ্ট প্রমাণ চান, তবে তিনি একটি সমতলখণ্ড নানান রঙে চিত্রিত করুন, তার মধ্যে গাঢ় কালো আস্তর দিন কোথাও, আর তার পর খুব পাতলা আর স্বচ্ছ শাদা রঙ লেপে দিন সমস্ত ছবিতে। তখন দেখতে পাবেন যে ঐ শাদা অনুলেপিত কালোর উপরে ছাড়া আর অন্য কোথাও অত সুন্দর নীলের উদ্ভাস হচ্ছে না -- যদিও এই অনুলেপন হতে হবে খুব পাতলা আর মিহি।

৩০১

অভিজ্ঞতা আমাদের বলে যে আবহমণ্ডলের ওপারে নিশ্চয়ই অন্ধকার রয়েছে, তথাপি তা নীল বলে প্রতিভাত হয়। তুমি যদি শুকনো কাঠ থেকে সামান্য একটু ধোঁয়া সৃষ্টি করো আর তার উপর সূর্যের আলো পড়ে, আর তারপর ঐ ধোঁয়ার পিছনে তুমি যদি কালো মখমলের একটি টুকরো রাখো, যার উপরে কোনভাবেই সূর্যের আলো বিচ্ছুরিত হয় না, তাহলে তুমি দেখবে যে চোখ এবং ঐ কালো মখমলের মধ্যবর্তী সমস্ত ধোঁয়াই চমৎকার নীল বলে মনে হচ্ছে। এখন, যদি মখমলের জায়গায় তুমি একটি শাদা কাপড়ের টুকরো রাখো, তাহলে ঘন ধোঁয়া ঐ নীল রঙের যাথার্থ্যে বাধা সৃষ্টি করে আর ধোঁয়া যেখানে আরও পাতলা সেখানে ঐ নীল তৈরিই হয় না। সুতরাং ঘন এবং পাতলার মধ্যবর্তী ধোঁয়ার স্তরই সবচেয়ে সুন্দর নীল সৃষ্টি করে। অন্ধকার কক্ষে যেখানে সূর্যের রশ্মি প্রবেশ করছে, সেখানে খুব তীব্রভাবে উৎক্ষিপ্ত জলকণা ঐ একই নীল রশ্মি সৃষ্টি করে, এক্ষেত্রে জল যদি বিশুদ্ধ হয় তাহলে ঔজ্জ্বল্য আরও বৃদ্ধি পায় এবং হালকা ধোঁয়াও সেক্ষেত্রে নীলাভ বলে মনে হয়। এ কথার উল্লেখ করলাম এটা

দেখানোর জন্য যে আবহের নীলাভা সৃষ্ট হয় তার পটভূমির অন্ধকারজনিত কারণে। এ দৃষ্টান্তের অবতারণা করা হলো তাদের জন্য যারা মনবসো-য় আমার পরীক্ষা স্বীকার করে না।

৩০২

শুকনো কাঠ থেকে উৎপন্ন ধোঁয়া যখন দর্শকের চোখ ও কোন অন্ধকার গাঢ় বস্তু বা আবহের মধ্যবর্তী অঞ্চলে দেখা হয়, তখন তা নীল বলে মনে হয়। অর্থাৎ আকাশ নীল, কেননা তার ওপারে রয়েছে অন্ধকার। এবং তুমি যদি দিগ্বলয়ের দিকে তাকাও, দেখবে যে ঘনত্বের কারণে সেখানে বায়ুস্তর নীল নয়, তারপর দিগন্ত থেকে মাথার উপরে আকাশের দিকে যত তুমি চোখ তুলবে, দেখবে যে প্রত্যেক ডিগ্রিতে বায়ুস্তর ক্রমশ গাঢ় নীল হয়ে আসছে, কেননা এক্ষেত্রে চোখ এবং আকাশের মাঝখানের বায়ুস্তরে ক্রমশ ঘনত্বের পরিমাণ কমছে। এবার তুমি যদি উচ্চপর্বতের শীর্ষে আরোহণ করো দেখবে যে মাথার উপরে আকাশ যেন আনুপাতিক হারে আরও বেশি গাঢ় হয়ে উঠেছে, কারণ এক্ষেত্রে তোমার ও আকাশের মধ্যবর্তী বায়ুস্তর আরও লঘু হয়ে আসে। এ ঘটনা আরও ভালোভাবে প্রত্যক্ষ করা যায় যদি একটু-একটু করে এই উচ্চতা ক্রমে বাড়ানো হয়, যতক্ষণ না অবশেষে আমরা অন্ধকারে পৌঁছই।

আগুনের নিকটতম ও গাঢ়তম পটভূমিতে স্থাপিত, সূর্যের আলো পড়েছে যার উপর, শুষ্কতম কাঠ থেকে উৎপন্ন সেই ধোঁয়াই নীলাভতম।

৩০৩

কোন গাঢ় বস্তু ও চোখের মধ্যবর্তী স্থানে আলোকোজ্জ্বল বায়ুস্তরের পরিমাণ যত বেশি হবে, ততই আনুপাতিক হারে তা নীলাভতম বলে মনে হবে। আকাশের রঙের ক্ষেত্রে যেমন দেখা যায়।

৩০৪

আবহমণ্ডল নীল, কেননা তার ওপারে রয়েছে অন্ধকার এবং যেহেতু কালো আর শাদাই তৈরি করে নীল।

৩০৫

ভোরবেলা কুয়াশা নিচের চেয়ে উপরের দিকে অনেক বেশি ঘন হয়, কেননা সূর্য তাকে উপরদিকে আকর্ষণ করে। সুতরাং উচ্চতায় দীর্ঘ কোন অট্টালিকার শীর্ষ যদি তার ভিত্তির মতো একই দূরত্বসম্পন্ন হয়, তবু তার শীর্ষ দৃষ্টিগোচর হবে না। সুতরাং মাথার উপর আকাশও গাঢ়তম বলে মনে হবে আর দিগ্বলয়ের রঙ ঠিক নীল নয়, বরং মনে হবে ধোঁয়া আর ধুলোয় মিশ্রিত।

আবহমণ্ডল যখন কুয়াশায় আচ্ছন্ন থাকে তখন তার রঙ আর নীল নয়, মনে হয় মেঘের রঙে রঞ্জিত, আবহাওয়া যখন চমৎকার থাকে তখন যা হয়ে ওঠে উজ্জ্বল শাদায় উদ্ভাসিত। তখন যত তুমি পশ্চিমে তাকাবে ততই তা গাঢ়তর আর যত পূর্বে যাবে ততই উজ্জ্বলতর বলে মনে হবে। পাতলা কুয়াশায় জমিনের সবুজ মনে হয় নীলাভ, কিন্তু ঘন কুয়াশায় ক্রমশই তা ধূসরে রূপান্তরিত হয়।

পশ্চিম দিকস্থ অট্টালিকাগুলি শুধু তাদের আলোকোদ্ভাসিত দিকটি প্রদর্শন করে যে-দিকে সূর্য দীপ্যমান, বাকি অংশ কুয়াশায় আচ্ছন্ন থাকে। সূর্য উঠলে পাহাড়ের যে-দিকে কুয়াশা দূর হতে শুরু করে ক্রমে তা পরিষ্কার ও নীলাভ হয়ে ওঠে, আর ঐ অন্তর্হিত কুয়াশার সঙ্গে মনে হয় যেন গোটা অঞ্চল থেকেই ধোঁয়া উদগীর্ণ হচ্ছে। অট্টালিকাসমূহে আলো-ছায়া স্পষ্ট হয়ে ওঠে, পাতলা বাষ্পের ভিতর থেকে দেখা যায় শুধু আলোর ভাগ আর বাষ্প যেখানে ঘন সেখানে কিছুই চোখে পড়ে না। এরকম ঘটে যখন কুয়াশার গতি অনুভূমিক হয়, আকাশের নীল পটভূমিতে তখন কুয়াশার প্রান্তভাগ অস্পষ্ট হয়ে পড়ে, আর ভূমিভাগের কাছাকাছি তখন দেখলে মনে হয় যেন ধুলোর প্রবাহ চলেছে। বায়ুস্তর যত ঘন হয় শহরের বাড়িঘর বা প্রান্তরের গাছপালা যেন মনে হয় তত কম, কেননা শুধু দীর্ঘতম ও বৃহত্তমগুলিই তখন চোখে পড়ে।

অন্ধকার সব কিছুকেই প্রভাবিত করে, আর অন্ধকার থেকে কোন বস্তুর যত পার্থক্য সূচিত হয় ততই তার প্রকৃত স্বাভাবিক বর্ণ আমরা দেখতে পাই। পাহাড়গুলিকে মনে হয় সংখ্যায় অল্প, কেননা সেক্ষেত্রে শুধু যেগুলি সবচেয়ে দূরস্থিত সেগুলিকেই দেখা যায়, যেহেতু এহেন দূরত্বে ঘনত্ব এত বৃদ্ধি পায় যে তার ফলে একধরনের ঔজ্জ্বল্য সৃষ্টি হয় যাতে পাহাড়ের অন্ধকার বিভক্ত হয়ে পড়ে ও উপরের দিকে অদৃশ্য হয়ে যায়। নিচু ও নিকটস্থ পাহাড়ে কুয়াশার পরিমাণ অল্প হলেও স্পষ্ট করে কিছুই দেখা যায় না, পাদদেশে কুয়াশা সেক্ষেত্রে থাকে সবচেয়ে স্বল্প।

৩০৬

বস্তুর উপরিতল যে-আলোয় উদ্ভাসিত, তার এবং চোখ ও বস্তুর মধ্যবর্তী বায়ুস্তর অর্থাৎ স্বচ্ছ বায়ুমাধ্যমের বর্ণ গ্রহণ করে এবং একই চরিত্রের বর্ণসমূহের দ্বিতীয়টির বর্ণাভা হয় প্রথমটির মতো, তার কারণ চোখ ও বস্তুর মধ্যবর্তী মাধ্যমজনিত বর্ণের বর্ধিত ঘনত্ব।

৩০৭

চিত্র প্রসঙ্গে

বিভিন্ন বর্ণের মধ্যে, যার কোনটিই নীল নয়, কিন্তু তার মধ্যে বিশাল দূরত্ব থেকে যেটিকে মনে হয় নীলাভতম, সেটি কালোর নিকটতম বর্ণ। বিপরীতভাবে যেটি আদৌ কালোর কাছাকাছি কোন রঙ নয়, বহু দূরে অবস্থিত হলেও তা তার স্বকীয় বর্ণ রক্ষা করে।

অতএব হলুদ বা শাদার চেয়ে সবুজ জমি অনেক বেশি নীল বলে মনে হয়, পক্ষান্তরে হলুদ বা শাদা সবুজের চেয়ে তাদের স্বকীয় বর্ণ হারায় কম, লাল তো আরও কম।